



UNIVERSITÄT BAYREUTH
Abteilung Mikrometeorologie

Bearbeitung der Bamberger Klimareihe 1879 – 2020

Thomas Foken

Arbeitsergebnisse

Nr. 57

Bayreuth, Januar 2021

Arbeitsergebnisse, Universität Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie
Work Reports, University of Bayreuth, Dept. of Micrometeorology
Print, ISSN 1614-8916; Internet, ISSN 1614-8924

https://epub.uni-bayreuth.de/view/series/Arbeitsergebnisse_=2F_Universit=E4t_Bayreuth,_Abteilung_Mikrometeorologie.html

Eigenverlag: Universität Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie
Vervielfältigung: Druckerei der Universität Bayreuth
Herausgeber: Prof. Dr. Thomas Foken

Universität Bayreuth, Abteilung Mikrometeorologie
D-95440 Bayreuth

Die Verantwortung über den Inhalt liegt bei den jeweiligen Autoren.

1. Einleitung

Es gibt kaum einen Ort, an denen eine Klimastation seit Messbeginn sich am gleichen Standort befand. Sollte es dennoch der Fall sein, so hat die zunehmende Urbanisierung zu veränderten Umgebungsbedingungen geführt. Auch Wechsel in der Instrumentierung haben einen merklichen Einfluss auf die Messdaten. Dies ist besonders nachteilig, wenn, wie bei der Temperatur, davon weitreichende Schlüsse für den Klimawandel gezogen werden. Der Wechsel vom Glaskthermometer zum Widerstandsthermometer führte im Mittel zu etwa 0,1 K niedrigeren Temperaturen (Kaspar and Hannak 2016). Eine weitere Temperaturniedrigung ist durch den Wechsel von der klassischen Wetterhütte zur ventilierten Kugelhütte eingetreten. Letzterer Effekt ist in Bamberg besonders deutlich sichtbar.

Andererseits kann man den Klimawandel nur richtig bewerten, wenn man Messwerte unter gleichen Umgebungs- und Messbedingungen hat. Da dies faktisch mit nur wenigen Ausnahmen nicht der Fall ist, muss man eine Datenreihe homogenisieren. Dazu werden statistische Verfahren angewandt, um im Vergleich mit anderen möglichst bereits homogenisierten Messreihen plötzliche Veränderungen in den Messreihen festzustellen. Aus dem Vergleich mit möglichst vielen Messreihen kann man dann Korrekturen anbringen neben der nötigen Höhenkorrektur von $-0,6$ K pro 100 m Höhenzunahme bei der Temperatur. Man muss sich dabei entscheiden, auf welchen Zeitraum die Messreihe homogenisiert werden soll.

Die ersten Beobachtungen des Wetters gibt es seit 1836 in Bamberg und sie betrafen die Wetterelemente Temperatur und Druck, die nach den Richtlinien der Mannheimer „Societas Meteorologica Palatina“ durchgeführt und bearbeitet wurden. Später kamen weitere Wetterelemente hinzu. Eine Auswertung einer 40jährigen Messreihe erfolgte durch den Physikprofessor Dr. Theodor Hoh (1828–1888) des Königlichen Lyceum (Hoh 1877), der heutigen Universität Bamberg, doch liegen aus dieser Zeit außer dem zitierten Buch keine Aufzeichnungen vor. Ab Ende 1878 sind die durch Prof. Hoh im Lyceum in der heutigen Langen Straße 37 durchgeführten Messungen dokumentiert. Sie sind als Messreihe der Sternwarte von 1879 bis 1958 weitergeführt worden. Eine zweite Messreihe im Süden der Stadt existiert von 1949 bis heute, wobei diese 2008 nochmals weiter nach Süden verlegt wurde, um den Stadteinfluss auszuschließen. Die Homogenisierung der Temperaturmessungen wird nachfolgend auf die Station in der Lage nach 2008 durchgeführt. Dies hat zu Folge, dass ältere Messdaten der Lufttemperatur geringfügig reduziert werden mussten. Das prinzipielle Vorgehen ist ähnlich für alle meteorologischen Elemente. Eine dritte Messreihe auf der Altenburg von 1946 bis 1960 ist nur kurz und wenig repräsentativ für die Stadt.

Ziel der nachfolgenden Untersuchungen ist es, eine homogene Klimareihe für die mittlere Lufttemperatur, das mittlere Minimum und Maximum der Lufttemperatur, die Niederschlagssumme und die Sonnenscheindauer für Bamberg von 1879 bis 2020 und damit für den für alle Klimountersuchungen wichtigen Zeitraum ab 1881 bereitzustellen. Sie soll die Grundlage bieten für weitergehende Untersuchungen zum Klimawandel in Bamberg.

2. Die Bamberger Klimastationen

Bamberg verfügt seit Ende 1878 kontinuierlich über mindestens eine Klimastation. Ende der 1940er und in den 1950er Jahren gab es sogar drei Bamberger Messstationen. Dabei kann die Station Bamberg-Altenburg (Nr. 283) wegen der exponierten Lage 150 m über dem Stadtzentrum nur für lokalklimatologische Fragen herangezogen werden, sie dient aber nicht der Aufstellung einer kontinuierlichen Bamberger Reihe. Die beiden Stationen Bamberg-Sternwarte (Nr. 284) und Bamberg (Nr. 282) bilden eine gute Grundlage zur Erstellung einer kontinuierlichen Bamberger Klimareihe.

2.1. Bamberg-Sternwarte (Nr. 284, 1878–1959)

Die Station befand sich von November 1878 bis Dezember 1890 im Bereich der Innenstadt, offensichtlich, wie damals noch üblich, unmittelbar an Häusern. Ab 1891 wurde die Station an die Sternwarte im Südwesten der Stadt, etwa 50 m über dem Stadtgebiet, verlegt und bestand dort Anfang 1959, wobei kontinuierliche Messungen allerdings nur bis Dezember 1958 vorliegen. Die Lage der Station ist in Tabelle 1 angegeben, wobei der Standort im Gelände der Sternwarte von 1945 bis 1959 nicht rekonstruiert werden konnte. Zur geräte technischen Ausstattung liegen nur konkrete Angaben ab 1945 vor (Tabelle 2). Eventuell bestand die Station sogar bis 1990, wobei die Daten aber nicht übermittelt wurden.

Tabelle 1: Lage der Station Bamberg-Sternwarte (Daten: Deutscher Wetterdienst, ergänzt in kursiv)

Station	Datum	Höhe über Meeresspiegel	Nördliche Breite	Östliche Länge	Lage
Bamberg-Sternwarte (Nr. 284)	01.11.1878 – 13.07.1881	235 m	<i>49.8920</i>	<i>10.8916</i>	Lange Gasse 37 (Lyceum) heute Lange Straße
	14.07.1881 – 30.09.1884	234 m	<i>(49.8910)</i>	<i>(10.8946)</i>	Schützenstraße (Lyceum)
	01.10.1884 – 31.12.1890	237 m	<i>49.8946</i>	<i>10.8850</i>	Kgl. Realschule, Kapuzinerstraße 29
	01.01.1891 – 31.12.1944	285 m	<i>49.8847</i>	<i>10.8884</i>	Zwischen Haupt- haus und Refrak- tor
	01.01.1945 – 31.03.1959	282 m			Verlegt auf Ge- lände, wahr- scheinlich schon ab 31.10.1938, exakte Koordina- ten fehlen

Tabelle 2: Gerätetechnische Ausstattung der Station Bamberg-Sternwarte (Daten: Deutscher Wetterdienst)

Messgröße	Beginn	Ende	Höhe	Messgerät
Luftdruck	01.01.45	01.12.90		Stationsbarometer
Niederschlag	01.05.45	01.12.90	1,2 m	Hellmann
Sonnenscheindauer	01.05.45	01.12.90	14,6 m	Campbell-Stokes
Temperatur	01.01.45	01.12.90	2,0 m	Psychrometerthermometer (trocken und feucht)
Minimumtemperatur	01.01.45	01.12.90	0,05 m; 2,0 m	Minimum Thermometer
Maximumtemperatur	01.01.45	01.12.90	2,0 m	Maximum Thermometer
Wind	01.11.47	01.12.90	14,0 m	Wild'sche Windfahne

2.2 Bamberg-Altenburg (Nr. 283, 1946–1960)

Die Station auf der Altenburg wurde als Hauptstation eingerichtet und wurde offensichtlich am gleichen Standort unverändert betrieben (Tabelle 3). Das Dienstzimmer befand sich in der sogenannten „Hoffmanns Klausen“ (E.T.A Hoffmann). Die Geräteausstattung ist in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 3: Lage der Station Bamberg-Altenburg (Daten: Deutscher Wetterdienst)

Station	Datum	Höhe über Meeresspiegel	Nördliche Breite	Östliche Länge	Lage
Bamberg-Altenburg (Nr. 283)	24.11.1946 – 31.05.1960	382 m	49.8808	10.8695	Nordostecke Burgplateau

Tabelle 4: Gerätetechnische Ausstattung der Station Bamberg-Altenburg (Daten: Deutscher Wetterdienst)

Messgröße	Beginn	Ende	Höhe	Messgerät
Luftdruck	24.11.46	31.05.60		Stationsbarometer
Niederschlag	24.11.46	31.05.60	1,0 m	Hellmann
Sonnenscheindauer	24.11.46	31.05.60	14,6 m	Campbell-Stokes
Temperatur	24.11.46	31.05.60	2,0 m	Psychrometerthermometer (trocken und feucht)
Minimumtemperatur	24.11.46	31.05.60	0,05 m; 2,0 m	Minimum Thermometer
Maximumtemperatur	24.11.46	31.05.60	2,0 m	Maximum Thermometer
Wind	24.11.46	30.11.52	15,0 m	Wild'sche Windfahne
	01.01.53	31.05.60	10,0 m	Universal-Windschreiber

2.3 Bamberg (Nr. 282, ab 1949)

Mit der Station Bamberg (Nr. 282) wurde eine Station in der Höhenlage 335 m – 340 m errichtet, die dem Bamberger Regnitz-Tal entspricht und damit auch weiten Teilen der Innenstadt und der Ostvorstadt. Sie befand sich bis Februar 1952 am westlichen Rand der Innenstadt und wurde dann in den Süden der Stadt verlegt. Die zunehmende gewerbliche und landwirtschaftliche Nutzung dieser Flächen führte zu mehrfachen Verlegungen, die bis 1960 nicht eindeutig hinsichtlich der Standortkoordinaten bekannt sind. Ab dem 26.11.2008 wurde die Station nochmals 500 m weiter nach Süden in den Bereich landwirtschaftlicher Flächen verlegt und als automatische Station betrieben. Die Lage der Station ist in Tabelle 5 angegeben, ab 1960 liegen auch Abbildungen vor (Abb. 1–3). Die Gerätebestückung ist in Tabelle 6 angegeben. Vor 1960 sind die Angaben unvollständig. Ab 1995 sind die genauen Gerätetypen den Meta-Daten des DWD zu entnehmen.

Tabelle 5: Lage der Station Bamberg (Daten: Deutscher Wetterdienst, ergänzt in kursiv)

Station	Datum	Höhe über Meeresspiegel	Nördliche Breite	Östliche Länge	Lage
Bamberg (Nr. 282)	01.01.1949 – 21.01.1952	236 m	49.8966	10.8808	Staatl. OGB, Auf der Weide 28
	22.01.1952 – 1953	238 m			Staatl. OGB, Galgenflur 75
	1953 – 31.05.1960	238 m			Staatl. OGB, Galgenflur 75 Verlegung im Gelände
	01.06.1960 – 08.03.1995	239 m	49.8800 (49.8795)*	10.9135 (10.9137)*	Südseite** Bundesortenamt Galgenflur 95 (Sendelbach 15) (Abb. 1)
	09.03.1995 – 25.11.2008	239 m	49.8803	10.9140	Zwischen Bundesortenamt und Forchheimer Str. (Abb. 2)
	ab 26.11.2008	240 m	49.8743	10.9206	Feld, 300 m östlich Kleingartenanlage Sendelbach (Abb. 3)

*Koordinaten des DWD sind offensichtlich unrichtig und durch die Fotos nicht belegbar

** Angaben des DWD sind offensichtlich unrichtig, nach dem Foto ist es die Nordostecke, es könnte aber sein, dass zwischen 1960 und 1995 eine nochmalige Verlegung stattgefunden hat, da auf der Südseite Gebäudeanbauten erfolgten.



Abb. 1: Station Bamberg von 1960 bis 1995 (Foto: Bundessortenamt)



Abb. 2: Station Bamberg von 1995 bis 2008 (Foto: Bundessortenamt)



Abb. 3: Station Bamberg ab 2008 (Foto: Foken, Oktober 2020)

Tabelle 6: Gerätetechnische Ausstattung der Station Bamberg (Daten: Deutscher Wetterdienst)

Messgröße	Beginn	Ende	Höhe	Messgerät
Luftdruck	24.03.95			Digitalbarometer
Niederschlag	01.06.60	28.02.95	1,0 m	Hellmann
	24.03.95		1,0 m	Elektr. Niederschlagsgeber
Sonnenscheindauer	01.06.60	28.02.95	1,5 m	Campbell-Stokes
Strahlung/ Sonnenscheindauer	01.03.95	25.11.08	1,8 m	Elektr. Strahlungsmesser
	26.11.08		6,0 m	
Temperatur	01.06.60	20.08.96	2,0 m	Minimum Thermometer
Temperatur/ Minimumtemperatur Maximumtemp. **)	24.03.95		0,05 m ^{*)} ; 2,0 m	Pt 100, elektrisch
Minimumtemperatur	01.06.60	20.08.96	2,0 m	Minimum Thermometer
Minimumtemperatur	01.06.60	11.03.05	0,05 m	Minimum Thermometer
Maximumtempera- tur	01.06.60	10.06.88	2,0 m	Maximum Thermometer
Feuchte	09.03.95			Elektrische Feuchtemessung
Wind	01.06.60	28.02.95	12,0 m	Universal-Windschreiber
	01.03.95		10,0 m	elektrische Windmessung

*) bereits ab 09.03.1995

**) bis 25.11.2008 Internationale Thermometerhütte, ab 26.11.2008 ventilierte Kugelhütte

Zumindest ab 1995 ist es möglich, die Qualitätsklassen für die einzelnen Messungen in grober Abschätzung anzugeben (WMO 2014 (update 2017); ISO 2015). Für eine exakte Abschätzung fehlen Standortdetails wie Abstände zu Gebäuden und deren Höhe. Offensichtlich hat aber die Verlagerung der Station im Jahr 2008 zu einer deutlichen Verbesserung der Qualität geführt. Es muss aber auch konstatiert werden, dass die Station eher das Klima des Regnitz-Tales widerspiegelt als das Bamberger Klima. Damit fehlt eine Übertragbarkeit auf die innerstädtische Wärmeinsel.

Tabelle 7: Abschätzung der Qualitätsklasse der Station Bamberg 282 (WMO 2014 (update 2017), Annex 1B)

Messgrößen	1960 – 1995	1995 – 2008	Ab 2008
Temperatur/Feuchte	Klasse 3	Klasse 3	Klasse 1
Niederschlag	Klasse 2	Klasse 2	Klasse 1
Wind	Klasse 4	Klasse 3	Klasse 2
Strahlung	–	Klasse 3	Klasse 1
Sonnenscheindauer	Klasse 4	Klasse 3	Klasse 1

4. Verfahren der Homogenitätsprüfung

Die Homogenitätsprüfung der Bamberger Klimareihe erfolgte nach der Vorgehensweise des Deutschen Wetterdienstes (Herzog and Müller-Westermeier 1998). Neben den vielen in der Literatur beschriebenen Tests wurde sich auf den Test nach Buishand (1982) und Alexanderson (1986) beschränkt.

Generell werden Zeitreihen y_i gebildet aus den Differenzen (Temperaturen) oder Quotienten (Niederschlag, Sonnenscheindauer) zwischen der Messreihe der Station und einer möglichst auf Homogenität geprüften Messreihe einer Vergleichsstation.

4.1. Test nach Buishand (1982)

Der Test ermöglicht das Erkennen von Inhomogenitäten in der Messreihe, wobei man nur eine maximale Inhomogenität erkennt. Gegebenenfalls muss man noch Teile der Messreihe untersuchen, um weitere Inhomogenitäten festzustellen.

Es wird der Extremwert Q der standardisierten kumulativen Abweichungen der Messreihe mit n Messpunkten auf Signifikanz geprüft mit

$$Q = \max_{0 \leq k \leq n} |S_k^{**}| \quad (1)$$

wobei

$$S_k^{**} = S_k^* / D_y \quad (2)$$

ist. Dabei ist

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y}) \quad (3)$$

mit dem Mittelwert der Zeitreihe der Differenzen oder Quotienten von 1 bis k , \bar{y} . Die Standardabweichung der gesamten Messreihe ist

$$D_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}. \quad (4)$$

Der Extremwert ist signifikant für

$$Q / \sqrt{n} > K(n, sig) \quad (5)$$

Die Signifikanzgrenzen für K sind in Tabelle 8 angegeben.

Tabelle 8: Signifikanzgrenzen für Q/\sqrt{n} in Abhängigkeit von der Zahl der Messpunkte n und dem Signifikanzniveau sig nach Buishand (1982)

n	$sig = 90 \%$	$sig = 95 \%$	$sig = 99 \%$
10	1,05	1,14	1,29
20	1,10	1,22	1,42
30	1,12	1,24	1,46
40	1,13	1,26	1,50
50	1,14	1,27	1,52
100	1,17	1,29	1,55
∞	1,22	1,36	1,63

4.2 Test nach Alexandersson (1986)

Der Alexandersson-Test (Standard Normal Homogeneity Test, SNHT) dient der Homogenitätsprüfung langer Zeitreihen. Als Testgrößen dienen wieder Differenzen oder Quotienten, aus denen eine standardisierte Zeitreihe gebildet wird:

$$z_i = \frac{q_i - \bar{q}}{D_q} \quad (6)$$

mit D_q nach Gleichung (4). Die Testgröße ist dann

$$T_0 = \max_{1 \leq v \leq n} (T_v) = \max_{1 \leq v \leq n} \left[v \bar{Z}_1^2 + (n - v) \bar{Z}_2^2 \right] \quad (7)$$

mit

$$\bar{Z}_1(v) = \frac{1}{v} \sum_{i=1}^v z_i, \quad (8)$$

$$\bar{Z}_2(v) = \frac{1}{n-v} \sum_{i=v+1}^n z_i. \quad (9)$$

Der Zeitpunkt der Inhomogenität ist bei

$$v_0 = \{v \text{ für } T_v = \max\} \quad (10)$$

Als Signifikanzschwellen gelten die in Tabelle 8 angeführten Werte.

4.3 Test für abgeleitete Größen

Abgeleitete Größen wie Sommertage oder Frosttage unterliegen größeren Schwankungen zwischen den Jahren. Es wurden daher nach Herzog und Müller-Westermeier (1998) die zugrunde liegenden Größen, z.B. Monatsmittelwerte der Maximum Temperatur, auf Homogenität geprüft und danach können die abgeleiteten Werte bestimmt werden, da der Unterschied gering ist.

5 Homogenisierung der Bamberger Klimareihen

Für die Homogenisierung der Bamberger Klimareihen erfolgt im Vergleich zur homogenisierten Reihe Bayreuth-Ökologisch Botanischer Garten (OBG), die aus der Klimareihe des Deutschen Wetterdienstes, Station Bayreuth 320 (1851-2000), und den Daten der Universität Bayreuth im Ökologisch-Botanischen Garten (ab 2001) besteht und in ihrer Gesamtheit homogenisiert wurde (Lüers et al. 2014). Zur Klärung von Unklarheiten wurden weitere Stationen hinzugezogen, die teilweise noch nicht homogenisiert wurden und z.T. größere Lücken aufweisen, insbesondere in den Zeiten der beiden Weltkriege. Einige prinzipiell geeignete Stationen konnten aus diesen Gründen nicht herangezogen werden. Die verwendeten Stationen sind in Tabelle 9 gelistet.

Tabelle 9: Stationen, die neben der Station Bayreuth ÖBG zur Untersuchung der Homogenität herangezogen wurden für die Messreihen 282 Bamberg, 283 Bamberg-Altenburg und 284 Bamberg-Sternwarte (SD: Sonnenscheindauer)

Station	Name	Jahre	Temp.	Min	Max	Nied.	SD
320+ÖBG	Bayreuth	ab 1851	282, 284	282, 284	282, 284	282, 284	
1107	Ebrach	ab 1948	282	282	282	282	
1279	Erlangen/Möhrendorf-Kleinseebach	ab 1951					282
1425	Frankfurt (Feldbergstraße)	1758–1960	284	284	284		
2444	Jena	ab 1824	282, 284	282	282		
3668	Nürnberg (Flugplatz)	ab 1879	282, 284	282	282	282	282
4104	Regensburg	ab 1879	284				

Zur Untersuchung der Homogenität der Bamberger Zeitreihen wurden zuerst die Differenzen und Verhältnisse zwischen den Messreihen von Bamberg und Bayreuth ÖBG miteinander verglichen. Danach wurde entschieden, ob der Test für die ganze Zeitreihe erfolgen sollte oder nur für kurze Abschnitte. Die Auswahl der Stationen für den Vergleich erfolgte auf Grund der verfügbaren Daten.

Es wurden sowohl der Test von Buishand (1982) als auch der von Alexandersson (1986) eingesetzt. Sie zeigen im Wesentlichen gleiche Ergebnisse, wobei der Test von Alexandersson die Diskontinuität schärfer zeigt. Dieser wird nachfolgend in der Regel gezeigt. Für sehr kurze Zeitreihen wurde der Test von Buishand eingesetzt.

5.1 Homogenisierung der Temperaturreihen

Bei allen Temperaturreihen der Monate ist auffällig (Abb. 4 und 5), dass in einzelnen Monaten von Oktober bis Februar die Temperatur in Bamberg niedriger ist als in Bayreuth. Dies dürfte mit einer größeren Häufigkeit von Inversionswetterlagen im Zusammenhang stehen, die im Bamberger Talkessel deutlicher ausgeprägt sind. Die Frühjahrserwärmung tritt mit dem

Klimawandel offensichtlich in Bamberg zeitiger ein, denn der April ist in Bamberg ca. 0,5 K wärmer als in Bayreuth im Vergleich zu den anderen Monaten. Ab den 2000er Jahren wird der Effekt geringer, so dass auch in Bayreuth das Frühjahr bereits im April gut ausgeprägt ist.

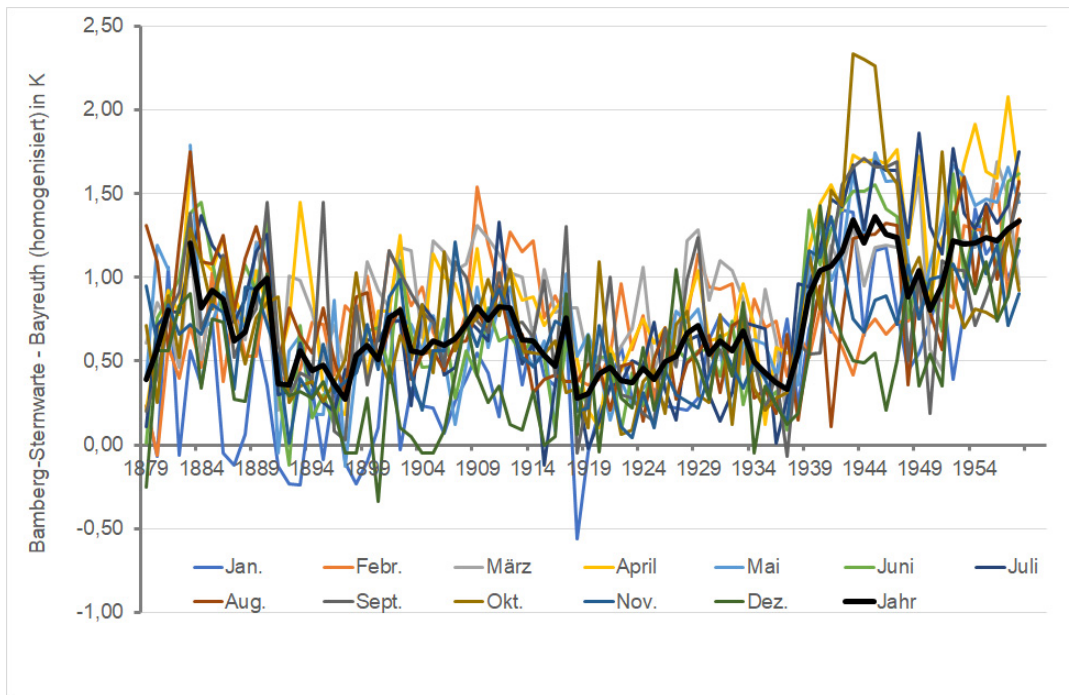


Abb. 4: Temperaturdifferenz der Zeitreihen von Bamberg-Sternwarte und Bayreuth ÖBG für die einzelnen Monate und die Jahresmitteltemperatur von 1879 bis 1958

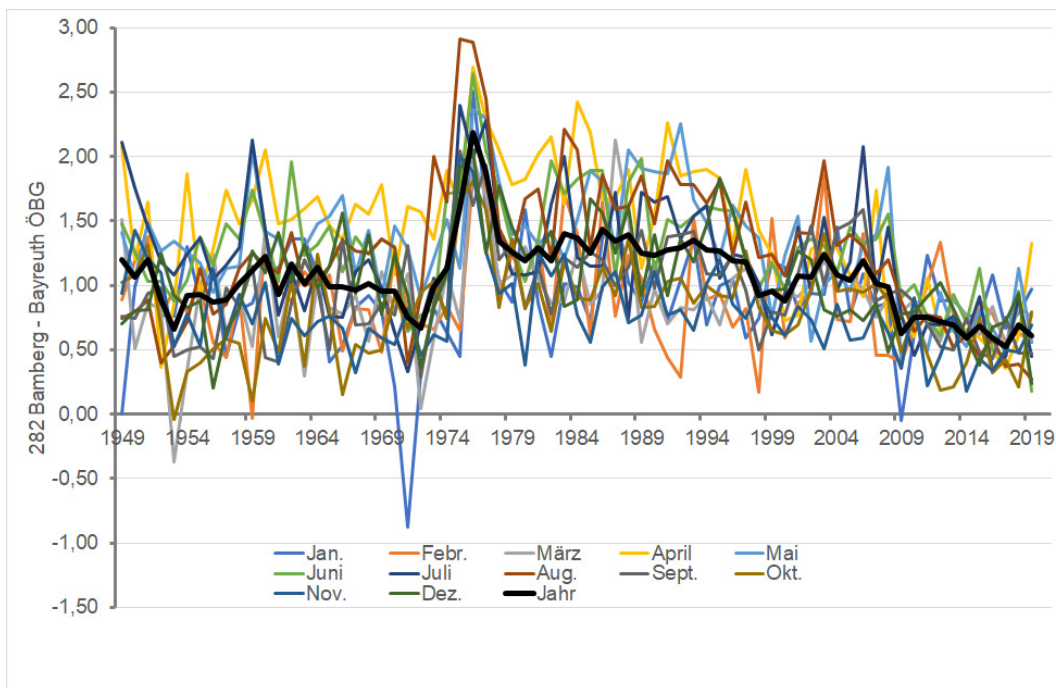


Abb. 5: Temperaturdifferenz der Zeitreihen von Bamberg und Bayreuth ÖBG für die einzelnen Monate und die Jahresmitteltemperatur von 1949-2019

5.1.1 Bamberg-Sternwarte (1879–1958)

Die Differenz der Jahresmitteltemperaturen von Bamberg-Sternwarte und Bayreuth ÖBG (Abb. 4) zeigt einen relativ gleichmäßigen Verlauf für alle Monate mit einem Sprung zu niedrigeren Temperaturen im Jahr 1938/39. In den Jahren 1943 bis 1946 gibt es größere Streuungen, da die Bayreuther Station mehrfach verlegt wurde. Der Sprung im Jahr 1938/39 zeigt sich eindrucksvoll im Alexandersson-Test (Abb. A1). Einen derartig signifikanten Sprung gibt es bei keinem Vergleich der Messreihe von Bamberg-Sternwarte mit anderen Stationen. Es deutet vieles darauf hin, dass die Ursache in einer Inhomogenität der Bayreuther Reihe liegt, denn ab Juni 1938 wurde die Temperatur in einer Thermometerhütte gemessen statt vorher an einem Fenster.

Der Vergleich mit der Messreihe von Frankfurt ergibt Inhomogenitäten zwischen 1907 und 1914 (Abb. A2). Diese zeigen sich nicht im Vergleich mit der Bayreuther Reihe. Andere Messreihen der näheren Umgebung gibt es zu diesem Zeitpunkt nicht.

Der Vergleich mit den Messreihen ab 1931 von Regensburg (Abb. A3) gibt eine Inhomogenität 1941, die von Jena (Abb. A4) eine im Jahr 1944 (zu Kriegsende gab es Datenausfälle in Jena) und die von Nürnberg (Abb. A5) im Jahr 1943. Alle Stationen geben aber keine markante Inhomogenität 1938/39 an. Diese Inhomogenitäten gibt es aber nicht im Vergleich mit der Frankfurter Reihe, auch wenn man sie auf den Zeitraum 1931-1957 verkürzt (Abb. A6).

Der Vergleich der Messreihe von Bamberg-Sternwarte mit verschiedenen Stationen ergab keine Eindeutige Inhomogenität in der Messreihe. Vielmehr sind gefundene Inhomogenitäten offensichtlich in anderen Messreihen begründet. Es wird daher kein Grund gesehen, die Messreihe zu korrigieren für einzelne Zeitabschnitte.

5.1.2 Bamberg-Altenburg (1946–1960)

Wegen der Kürze der Messreihe und der Höhenlage wurde keine Homogenisierung vorgenommen.

5.1.3 Bamberg (ab 1949)

Die Differenz der Jahresmitteltemperaturen von Bamberg und Bayreuth ÖBG (Abb. 5) zeigt bis 1974 einen relativ gleichmäßigen Verlauf für alle Monate. Danach sind einige markante Sprünge zu verzeichnen. Lediglich der Monat April zeigt wie eingangs schon genannt bis etwa 2000 deutlich niedrigere Temperaturen in Bayreuth, was auf den verspäteten Beginn des Frühjahrs hindeutet. In einzelnen Jahren treten in den Monaten Oktober bis Februar niedrigere Temperaturen in Bamberg gegenüber Bayreuth auf, was auf Inversionswetterlagen hindeutet. Der Effekt ist nicht ganz so stark ausgebildet an der ca. 50 m höher gelegenen Station an der Sternwarte (Abb. 4). Der Sprung in den Jahren 1975–78 zeigt sich eindrucksvoll im Alexandersson-Test (Abb. B1), wenn man nur Daten bis zum Jahr 2000 untersucht. Für den vollen Zeitraum (Abb. B2) ist der Sprung im Jahr 2009 und ein weiterer 1995, beide offenbar mit der Verlegung der Station Bamberg verbunden, deutlich markanter.

Der Alexandersson-Test im Vergleich mit der Nürnberger Reihe zeigt signifikante Sprünge vor 1970 (Abb. B3), die aber offensichtlich in der Nürnberger Reihe begründet sind. Die Untersuchung erst ab 1975 zeigt die bereits gefundenen Sprünge in der Bamberger Reihe um 1995 und

2009 (Abb. B4). Diese Sprünge werden auch durch den Vergleich mit der Ebracher Reihe untermauert (Abb. B5). Die Messreihe von Erlangen/Möhrendorf erwies sich selbst zu inhomogen für den Test.

5.1.4 Vergleich der Messreihen

Die Abb. 6 zeigt den Temperaturverlauf der drei Bamberger Stationen und der weiterhin hinzugezogenen Stationen nach Tabelle 2. Generell ist ein recht homogener Verlauf zu erkennen. Auch sind die Veränderungen der Bamberger Reihe um 1995 und 2009 durchaus erkennbar. Sehr deutlich zeichnen sich die festgestellten Probleme der Bayreuther Reihe (320 + ÖBG) ab, sowohl die Abkühlung 1939 und die deutlich kälteren Jahre 1976 bis 1978. Auf Grund dieser Hinweise wurde die Bayreuther Reihe korrigiert (Lüers, persönliche Mitteilung).

Der Vergleich der Bamberger Reihe in dem Zeitraum der Überlappungen von 1946 bis 1960 ist in Abb. 7 dargestellt. Die Unterschiede sind alle nachvollziehbar, zeigt aber auch, dass die Station 284 (Bamberg-Sternwarte) doch recht homogene Daten lieferte. Der Vergleich der Stationen 284 und 283 (Bamberg-Altenburg) in den Jahren 1947-1958 gibt einen Unterschied von $0,37 \text{ K} \pm 0,10 \text{ K}$. Das ist etwas weniger als für den Höhenunterschied von 100 m zu erwarten gewesen wäre. Für die Jahre 1949-1951, als die Station 282 (Bamberg) sich noch im Zentrum der Stadt befand ist diese gegenüber der Station 284 um $0,22 \text{ K} \pm 0,04 \text{ K}$ wärmer, was durch die 50 m Höhenunterschied und die größere Stadtnähe erklärbar ist. Nach Verlegung der Station Bamberg in die Südflur Anfang 1952 ist die Station $0,36 \text{ K} \pm 0,08 \text{ K}$ kühler als die Station 284 und etwa auf gleichem Niveau wie die Station 283. Es zeigte sich aber, dass die Lage der Station bis Ende 1953 noch verändert wurde, so dass für den Vergleich erst die Werte ab 1954 herangezogen werden sollten: $0,33 \text{ K} \pm 0,04 \text{ K}$. Letzterer Wert ist für die Anpassung der Messreihen der Stationen 282 und 284 von Bedeutung.

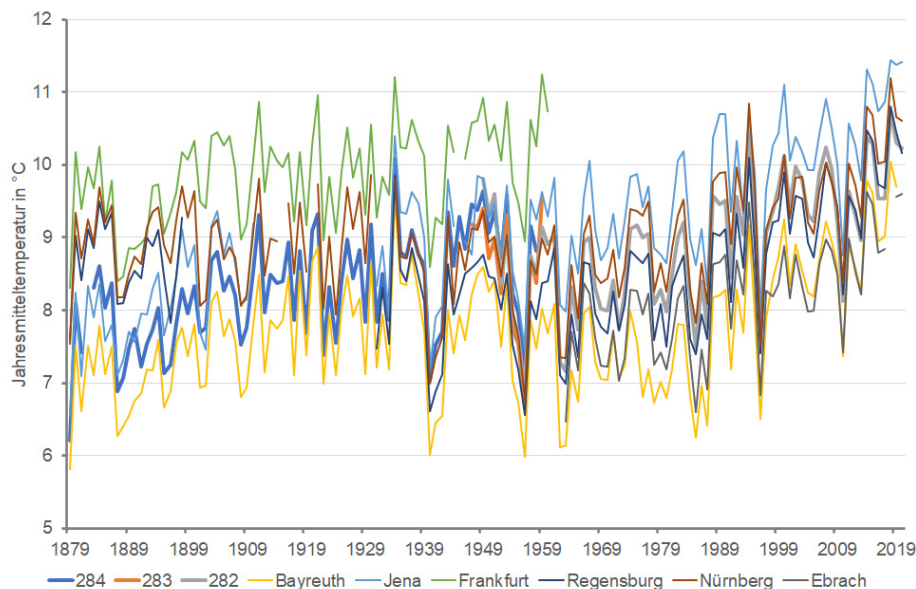


Abb. 6: Vergleich der Bamberger Messreihen mit den zu Vergleichszwecken herangezogenen Messreihen 1879–2020

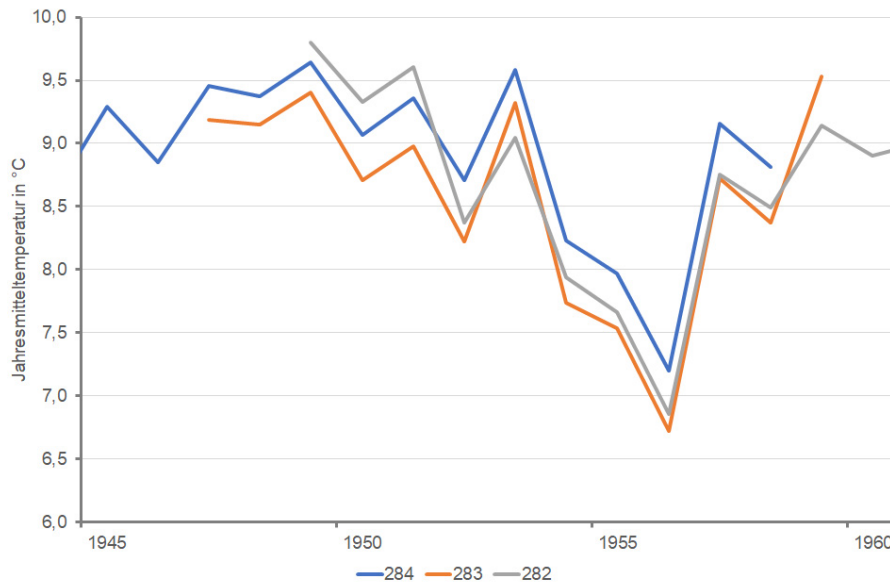


Abb. 7: Vergleich der Bamberger Messreihen im Zeitraum der Überlappung der drei Reihen

5.1.5 Erstellung der homogenisierten Bamberger Temperaturmessreihe

Um eine einheitliche Bamberger Temperaturmessreihe auch für die kommenden Jahre zu erhalten wird festgelegt, dass die homogenisierte Bamberger Messreihe sich auf die Station 282 nach der Verlegung im Jahr 2009 beziehen soll. Damit wird in Kauf genommen, dass die Temperaturen etwa 0,5 K geringer sind als im Bamberger Stadtgebiet.

Der unkorrigierte Zeitraum ist demnach ab dem 26.11.2008 (bei Homogenisierung ab Dezember 2008). Der Temperaturunterschied zwischen dem 09.03.1995 und dem 25.11.2008) wurde durch den Vergleich mit der Reihe Bayreuth ÖBG bestimmt (Tabelle 10). Als Korrekturwert ergibt sich der Unterschied zwischen dem Vergleich mit der Bayreuther Reihe 2009–2019 und 1996–2007 (Tabelle 11). In gleicher Weise wurde für alle Abschnitte der Bamberger Reihe verfahren, die sich durch Inhomogenitäten bzw. Unsicherheiten durch die Verlagerung der Station auszeichneten. Nach der Verlagerung der Station 282 aus dem Stadtgebiet in die Südflur gab es bis Ende 1953 noch Unsicherheiten hinsichtlich des Standortes, was man auch an den Daten sieht. Es wurde daher entschieden, vor 1954 ausschließlich Daten der Station 284 für die homogenisierte Bamberger Messreihe zu verwenden. Als Korrekturwert wurde der für 1954–1960 gültige Wert zuzüglich der Korrektur zwischen den Stationen 282 und 284 von 1954–1959 (s. 5.1.4) herangezogen. Für den Zeitraum 1878–1980, als sich die Station 284 noch in der Innenstadt und nicht an der Sternwarte befand, wurde nochmals ein Vergleich mit den Bayreuther Daten vorgenommen und eine größere Korrektur bestimmt.

Tabelle 10: Vergleichswerte der Stationen Bamberg 282 und 284 mit der Station Bayreuth (320 + ÖBG) in ausgewählten Zeiträumen

Beginn	Ende	Mittelwert	Standardabw.	Bemerkung
1879	1890	0,80 K	0,21 K	
1891	1938	0,54 K	0,15 K	
1954	1959	0,96 K	0,09 K	
1961	1994	1,15 K	0,19 K	ohne 1975–78
1996	2007	1,07 K	0,11 K	
2009	2019	0,66 K	0,07 K	

Tabelle 11: Korrekturwerte für die homogenisierte Bamberger Reihe

Beginn	Ende	Verwendete Station	Korrektur	Bemerkung
Nov. 1878	Dez. 1890	284	– 0,89 K	
Jan. 1891	Dez. 1954	284	– 0,63 K	
Jan. 1955	Mai 1960	282	– 0,30 K	
Juni 1960	Febr. 1995	282	– 0,49 K	
März 1995	Nov. 2008	282	– 0,41 K	
Dez. 2008		282	± 0,00 K	

5.1.6. Homogenisierte Bamberger Temperaturmessreihe

Die homogenisierte Bamberger Temperaturreihe ist in Abb. 8 gezeigt. Die Jahreswerte wurden dabei aus den homogenisierten Monatswerten nach Tabelle 11 neu berechnet. Weiterhin sind in Abb. 9 und 10 die Reihen für Sommer und Winter (Dezember jeweils des Vorjahres) dargestellt. Die ab den 1980er Jahren einsetzende stärkere Erwärmung zeigt sich im Trend besonders im Sommer mit einigen sehr warmen Jahren. Im Winter ist dieser Trend ebenfalls vorhanden, doch gibt es immer wieder kältere Winter.

Um die Reihe nochmals zu überprüfen sind in Abb. 11 nochmals die Differenzen der homogenisierten Reihe zu längeren Messreihen der Umgebung gezeigt. Auffällig ist der schon oben gezeigte Sprung der Bayreuther Reihe im Jahr 1939. Bei der Bamberger Reihe fällt auf, dass das Jahr 1879 durch den Winter sehr kalt ist, was sich in diesem Ausmaß in keiner anderen Reihen wiederfindet. Gegebenenfalls sollte die Bamberger Reihe erst ab 1880 gezeigt werden

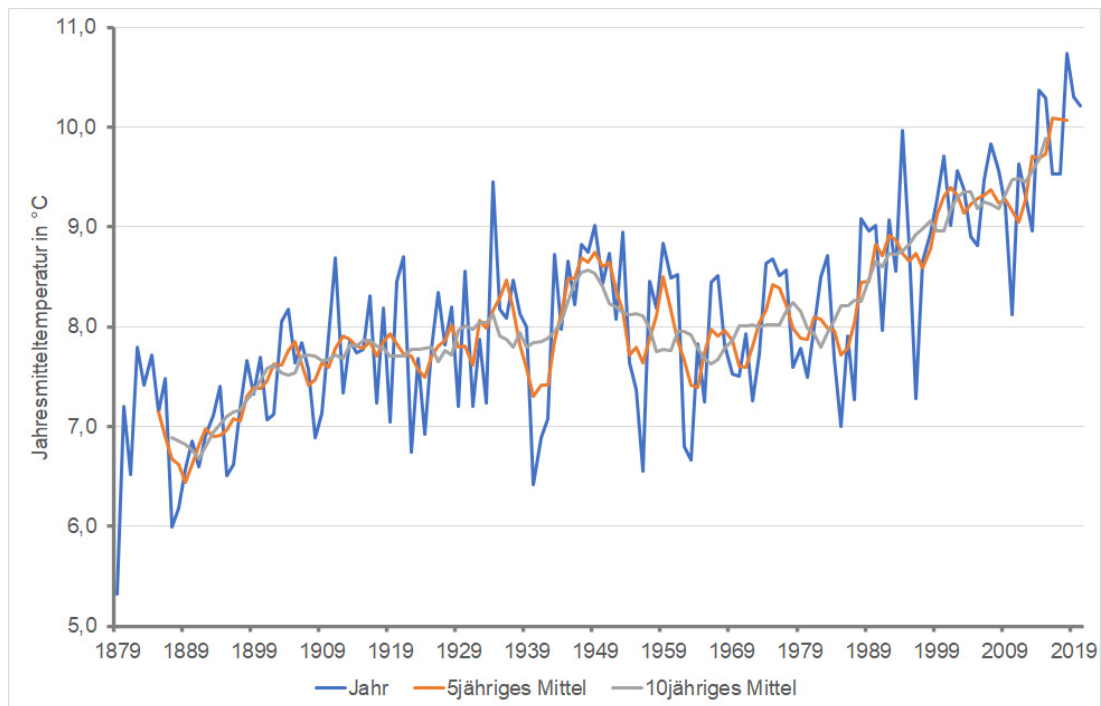


Abb. 8. Homogenisierte Bamberger Reihe 1879–2020 mit gleitenden 5 bzw. 10jährigen Mitteln

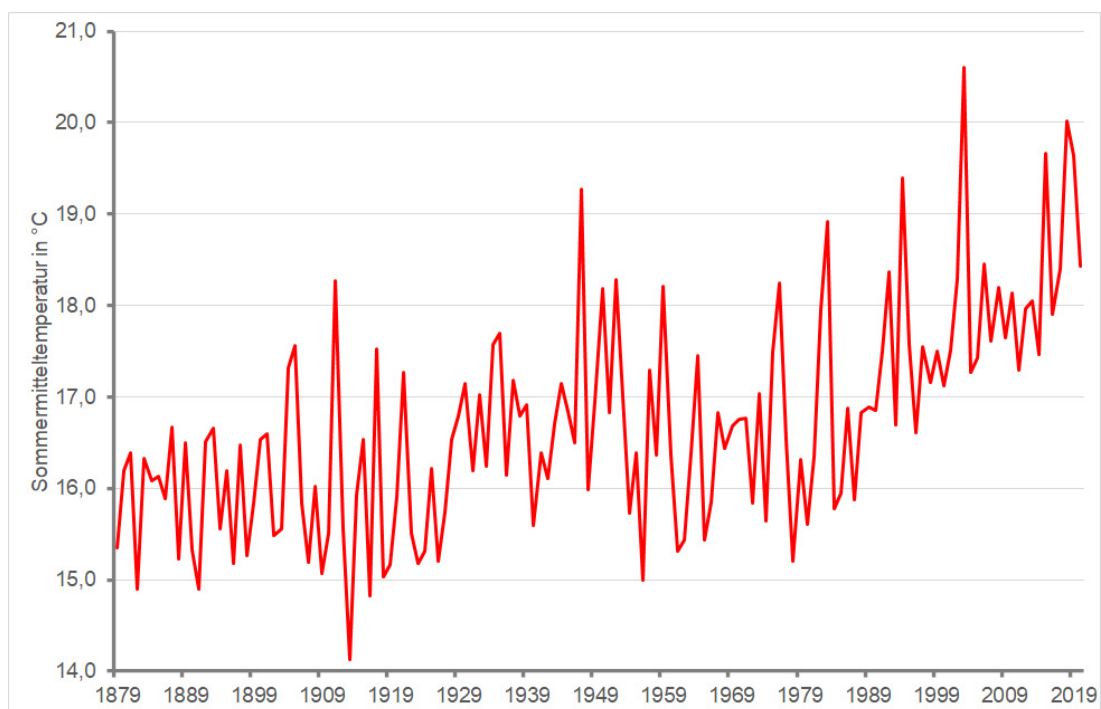


Abb. 9. Homogenisierte Bamberger Reihe 1879–2020 für die Sommermonate

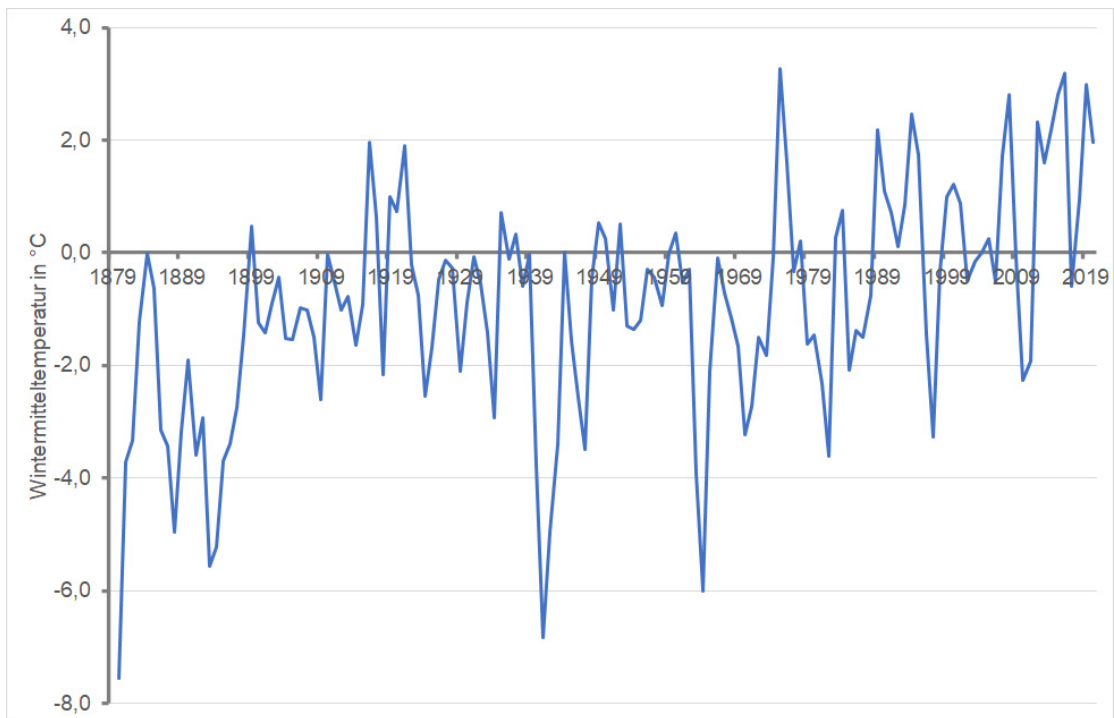


Abb. 10. Homogenisierte Bamberger Reihe 1879–2020 für die Wintermonate (Dezember des Vorjahres)

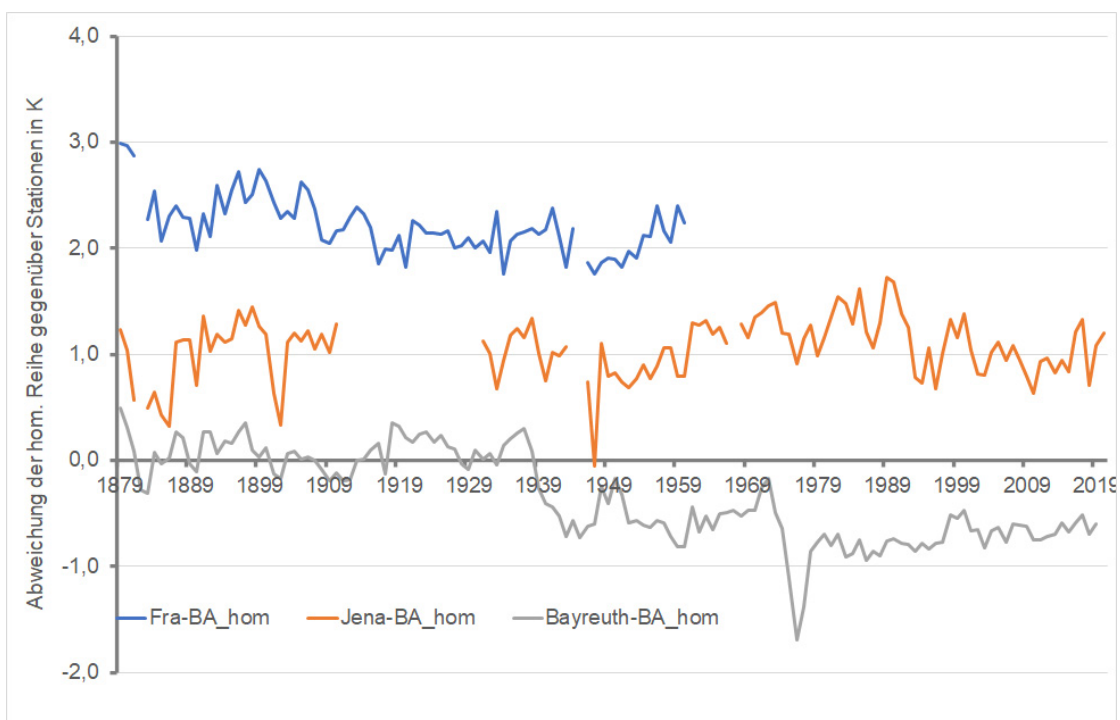


Abb. 11. Differenz von Stationen der Umgebung zur homogenisierten Bamberger Reihe 1879–2020 (Bayreuth bis 2019)

5.2 Homogenisierung der mittleren Minimum Temperaturen

Die Homogenisierung der Reihe der Minimum Temperaturen wurde an den jährlichen Mittelwerten vorgenommen. Die Extreme sind als Einzelwert zu stark lokal und durch die Bewölkung am Ort beeinflusst. Bei den Monatsmittelwerten zeigt sich im Dezember und Januar eine sehr gute Übereinstimmung zwischen allen drei Bamberger Stationen. In allen anderen Monaten sind die Werte an der Station Bamberg-Sternwarte 1–2 Grad höher und in Bayreuth 1–2 Grad tiefer, wobei die größten Abweichungen im Sommer auftreten. Abbildung 12 zeigt die Differenzen der mittleren jährlichen Minimumtemperaturen der Bamberger Stationen 282 und 284 zu benachbarten Stationen.

Der Vergleich mit den benachbarten Stationen zeigt für die Station Bamberg-Sternwarte (284) keine signifikanten Abweichungen. Der Alexandersson-Test mit der Frankfurter Reihe (Abb. C1) zeigt zwar leichte Inhomogenitäten um 1890 und 1925, jedoch ist nur die um 1890 mit 90% signifikant und steht offensichtlich mit der Verlagerung der Station aus dem Stadtgebiet an die Sternwarte im Einklang. Im Vergleich mit der Bayreuther Reihe gibt es die oben schon beschriebene Inhomogenität der Bayreuther Reihe um 1939.

Beim Vergleich der Bamberger Reihe 282 treten die oben schon beschriebenen Inhomogenitäten bei den Verlagerungen 1995 und 2008 im Alexandersson-Test deutlich hervor, wobei letztere dominant ist (Abb. C2). Dies gilt mit unterschiedlich starker Ausprägung für alle Stationen. Die Station Ebrach ist vor 1964 zumindest hinsichtlich der Minimumtemperatur nicht verwendbar. Auffällig ist, dass die Minimumtemperaturen in der Periode 1995–2008 sogar höher lagen als davor, als die Station dichter am Gebäude des Bundessortenamtes stand. Möglicherweise bildete die Umgebung eine gewisse Abschattung gegen einfließende Kaltluft. Nach 2008 nehmen die Minimumtemperaturen deutlich ab, sogar nach einem Sprung weiter kontinuierlich. Das kann im Zusammenhang mit den umgebenden Pappelplantagen (Bild 3) stehen, die einen sehr guten Windschutz bieten aber auch die Kaltluft von Süden (typische Richtung für das Regnitztal) ungehindert einströmen lassen.

Der Unterschied zwischen den Reihen 282 und 284 betrug in den Jahren 1954–1957 $-0,67 \text{ K} \pm 0,06 \text{ K}$ (Station 282 ist kälter). Da die Reihe 284 keine markanten Inhomogenitäten aufweist, wird die gesamte Reihe mit dieser Differenz an die Reihe 282 angeschlossen. Als sehr hilfreich erweist es sich, dass in den drei Perioden von 1961 bis 2019 (Tabelle 12) die Differenz zwischen Nürnberg und Ebrach immer nahezu gleich ist ($-0,96 \text{ K}$; $-1,05 \text{ K}$, $-1,05 \text{ K}$). Somit wurde mit Bezug auf Ebrach korrigiert. Für die Jahre 1954–1958 wurde Bayreuth als Bezug genommen, wobei der Anschluss an Ebrach durchgeführt wurde in den Jahren 1961–1994 (ohne die Jahre 1976–78, siehe oben). Die Korrekturen wurden entsprechend den Sprüngen in der Zeitreihe vorgenommen (s. Tabelle 13) und für alle Monate gleich angenommen. Den Vergleich der homogenisierten Bamberger Reihe mit benachbarten Stationen zeigt Abb. 13. Visuell erscheint die Reihe nun recht gut im Einklang mit anderen Stationen zu sein. Die Probleme der Bayreuther Reihe sind deutlich sichtbar. Bestätigt findet man die Tendenz, dass in den letzten 10 Jahren die Minimumtemperaturen stetig abnehmen indem die Differenzen zu Ebrach immer geringer werden. Der Alexandersson-Test zeigt nach der Homogenisierung keine signifikanten Inhomogenitäten mehr (Abb. C3).

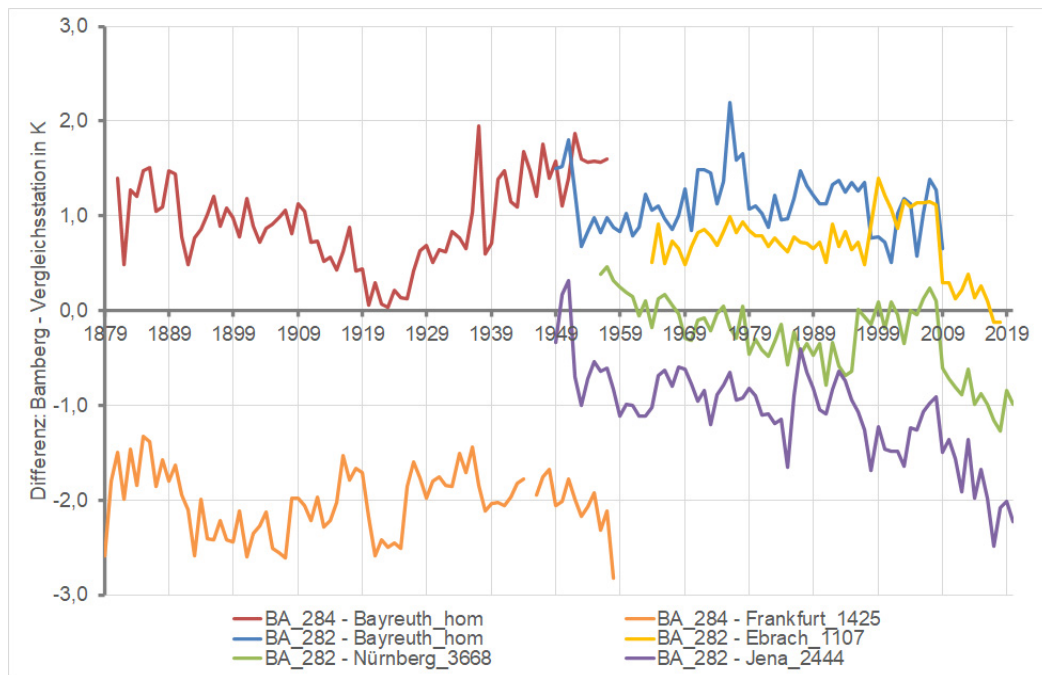


Abb. 12: Differenz des mittleren jährlichen Temperaturminimums der Bamberger Reihen zu Stationen der Umgebung 1879–2020

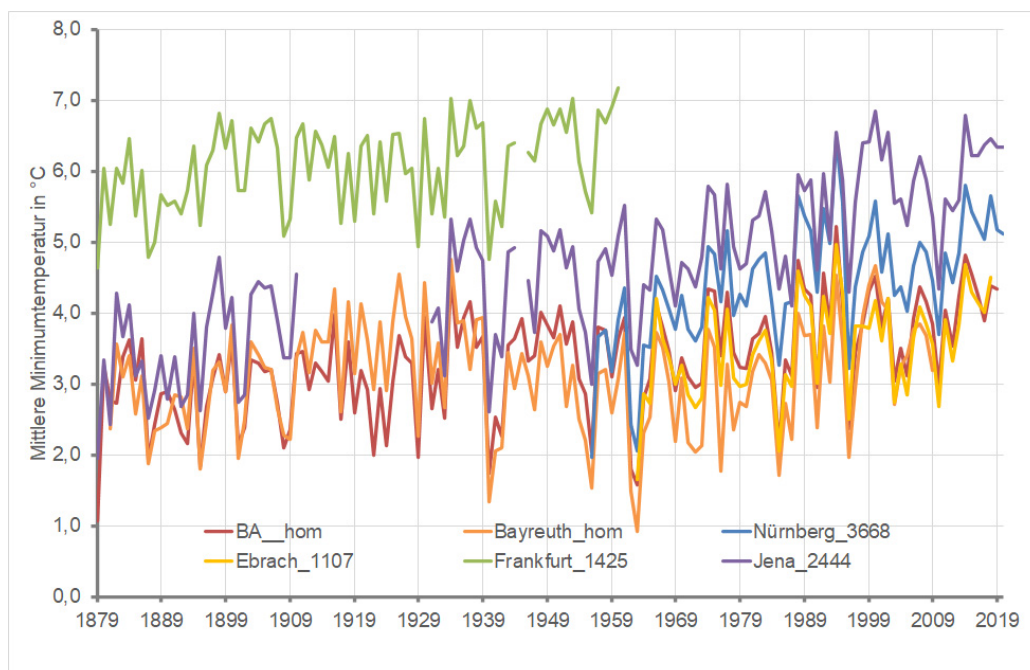


Abb. 13: Vergleich der homogenisierten Bamberger Reihe der mittleren Minimumtemperaturen mit benachbarten Stationen 1879–2020

Tabelle 12: Abweichung der Reihe 282 von den Vergleichsreihen der mittleren Minimumtemperaturen

Beginn	Ende	Nürnberg	Ebrach	Bayreuth
1954	1958			$0,89 \pm 0,07$
1961 (1963 Ebrach)	1994	$-0,23 \pm 0,24$	$0,73 \pm 0,13$	$1,14 \pm 0,20$ (ohne 1975–78)
1996	2007	$-0,02 \pm 0,15$	$1,03 \pm 0,23$	$0,98 \pm 0,29$
2009	2019 (2018 Ebrach)	$-0,89 \pm 0,20$	$0,16 \pm 0,16$	

Tabelle 13: Korrekturwerte für die homogenisierte Bamberger Reihe der mittleren Minimumtemperaturen

Beginn	Ende	Verwendete Station	Korrektur	Bemerkung
Nov. 1878	Dez. 1954	284	$-0,99$ K	Bezug: 1954–1960, und Korr. 284/282
Jan. 1955	Mai 1960	282	$-0,32$ K	Bezug: Bayreuth
Juni 1960	Febr. 1995	282	$-0,57$ K	Bezug: Ebrach
März 1995	Nov. 2008	282	$-0,87$ K	Bezug: Ebrach
Dez. 2008		282	$\pm 0,00$ K	

5.3 Homogenisierung der mittleren Maximum Temperaturen

Die Homogenisierung der Reihe der Maximum Temperaturen wurde an den jährlichen Mittelwerten vorgenommen. Die Extreme sind als Einzelwert zu stark lokal beeinflusst. Bei den Monatsmittelwerten zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen allen drei Bamberger Stationen. Abbildung 14 zeigt die Differenzen der mittleren jährlichen Maximum Temperaturen der Bamberger Stationen 282 und 284 zu benachbarten Stationen.

Der Vergleich mit den benachbarten Stationen zeigt für die Station Bamberg-Sternwarte (284) ein sehr inhomogenes Verhalten (Abb. 14). Der Alexandersson-Test mit der Frankfurter Reihe (Abb. D1) zeigt eine signifikante Inhomogenität um 1921 und 1926. Zwischen 1890 (Verlagerung der Station aus dem Stadtgebiet an die Sternwarte) bis 1920 sind die Differenzen zwischen beiden Reihen identisch. Danach nehmen die Maximum Temperaturen bis etwa 1945 in Bamberg stetig ab und erreichen das Niveau nach 1945. Der Vergleich mit der Bayreuther Reihe zeigt das im Prinzip auch, doch durch die oben schon beschriebene Inhomogenität der Bayreuther Reihe sind weitere Inhomogenitäten zu verzeichnen. Somit kann konstatiert werden, dass Maximum Temperaturen in Bamberg vor 1945 zu hoch sind. Da ein derartiges Verhalten weder bei der Lufttemperatur noch bei der Minimumtemperatur auftrat muss angenommen werden, dass die Maximum Temperaturen unabhängig gemessen wurde. Aus dem Trend und den zu hohen Werten kann man schließen, dass das Maximum möglicherweise mit einem Six-Extremthermometer gemessen wurde. Durch Veränderungen in der Kreosot-Füllung sind derartige zeitliche Veränderungen möglich (Kleinschmidt 1935). Der Verschiebung lässt sich durch eine

nicht exakte mechanische Befestigung oder einen Riss in der Quecksilbersäule erklären. Damit ergibt sich eine relativ aufwendige Korrektur (Tabellen 15, 17). Eine Bestätigung für die Verwendung eines Six-Thermometers war nach den vorhandenen Unterlagen beim DWD nicht mehr möglich.

Beim Vergleich der Bamberger Reihe 282 treten die oben schon beschriebenen Inhomogenitäten bei den Verlagerungen 1995 und 2008 im Alexandersson-Test deutlich hervor, wobei ersterer dominant ist (Abb. D2). Dies gilt für Nürnberg und stärker für Ebrach. Die Station Ebrach ist vor 1964 zumindest hinsichtlich der Maximum Temperatur nicht verwendbar. Auch die Maximum Temperaturen in der Periode 1995–2008 lag höher als davor, als die Station dichter am Gebäude des Bundessortenamtes stand. Möglicherweise ist der Grund die starke Versiegelung in der Umgebung und die Nähe zum Geräteschuppen.

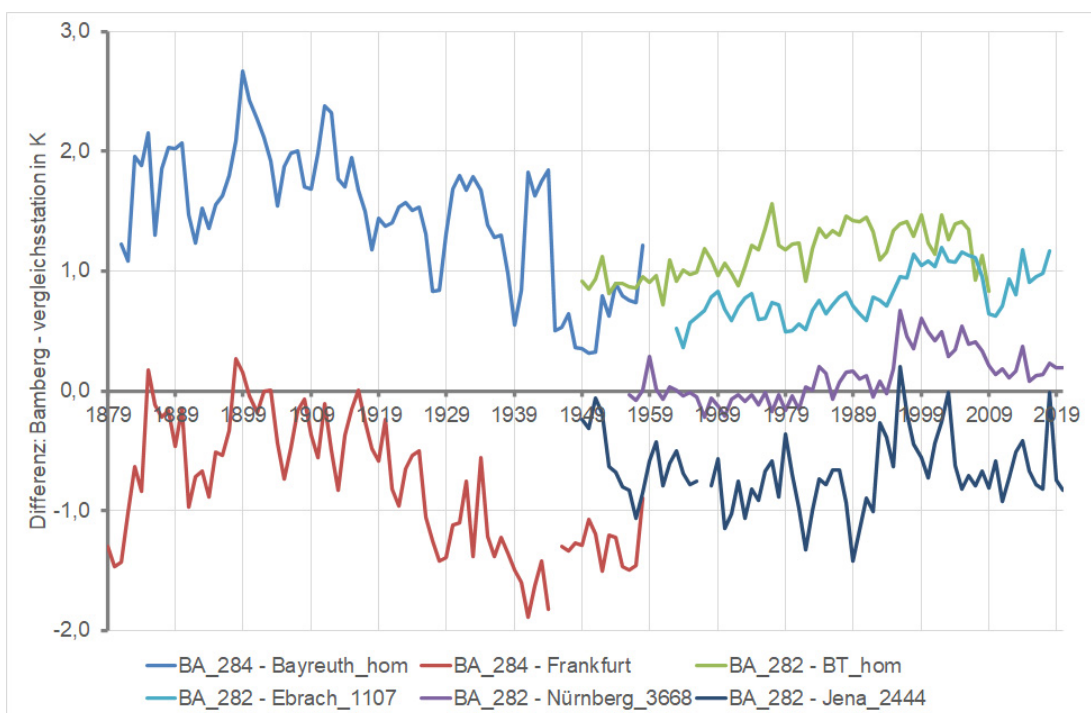


Abb. 14: Differenz des mittleren jährlichen Temperaturmaximums der Bamberger Reihen zu Stationen der Umgebung 1879–2020

Der Unterschied zwischen den Reihen 282 und 284 betrug in den Jahren 1954–1957 $0,08 \text{ K} \pm 0,05 \text{ K}$ (Station 284 ist kälter). Als sehr hilfreich erweist es sich, dass in den drei Perioden von 1961 bis 2019 (Tabelle 16) die Differenz zwischen Nürnberg und Ebrach immer nahezu gleich ist ($0,68 \text{ K}$; $0,62 \text{ K}$, $0,71 \text{ K}$). Somit wurde mit Bezug auf Ebrach korrigiert. Für die Jahre 1954–1958 wurde Bayreuth als Bezug genommen, wobei der Anschluss an Ebrach durchgeführt wurde in den Jahren 1961–1994 (ohne die Jahre 1976–78, siehe oben). Die Korrekturen wurden entsprechend den Sprüngen in der Zeitreihe vorgenommen (s. Tabelle 17) und für alle Monate gleich angenommen.

Den Vergleich der homogenisierten Bamberger Reihe mit benachbarten Stationen zeigt Abb. 15. Visuell erscheint die Reihe nun recht gut im Einklang mit anderen Stationen zu sein. In den letzten Jahrzehnten stimmen die mittleren Maxima mit denen von Nürnberg nahezu identisch

überein. Die Probleme der Bayreuther Reihe vor 1950 sind deutlich sichtbar. Der Aleanderson-Test zeigt nach der Homogenisierung keine signifikanten Inhomogenitäten mehr für Ebrach (Abb. D3), auch gegenüber Frankfurt konnte eine befriedigende Übereinstimmung erreicht werden (Abb. D4).

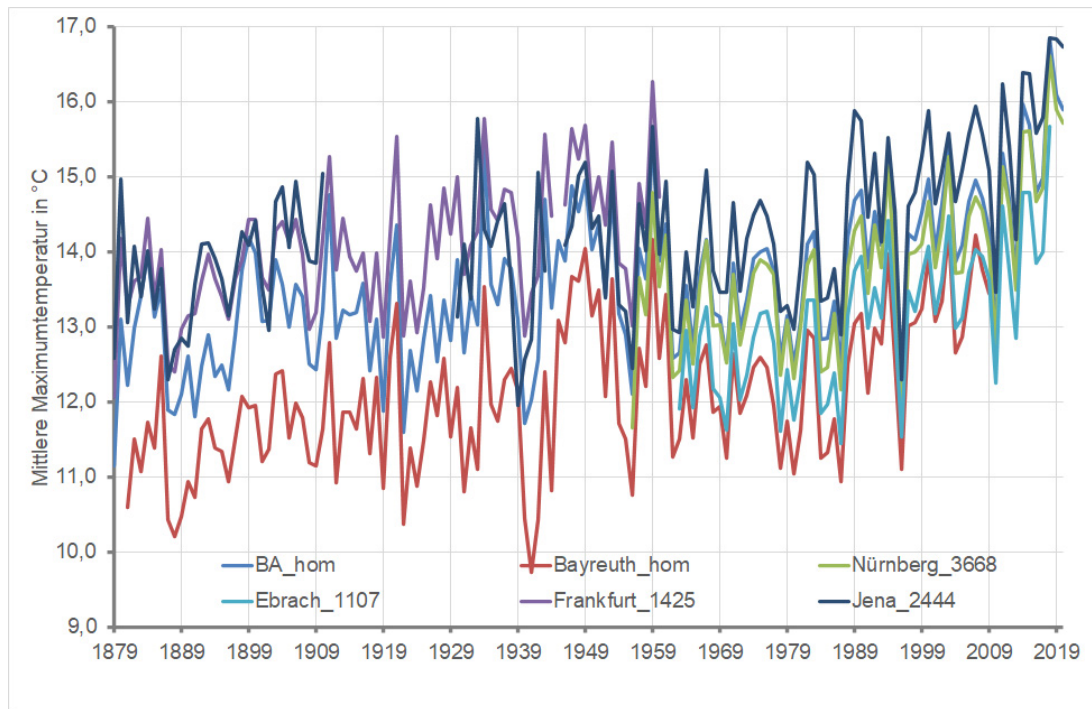


Abb. 15: Vergleich der homogenisierten Bamberger Reihe der mittleren Maximum Temperaturen mit benachbarten Stationen 1879–2020

Tabelle 15: Abweichung der Reihe 284 von den Frankfurter (1425) Reihe der mittleren Maximum Temperaturen

Beginn	Ende	Abweichung
1879	1884	$-1,11 \pm 0,31$
1885	1920	$-0,32 \pm 0,30$
1921	1944	$-0,67 - (\text{JAHR} - 1920) \cdot 0,0414$
1946	1958	$-1,28 \pm 0,17$

Tabelle 16: Abweichung der Reihe 282 von den Vergleichsreihen der mittleren Maximum Temperaturen

Beginn	Ende	Nürnberg	Ebrach	Bayreuth
1954 (1956 Nürnberg.)	1958	$0,05 \pm 0,14$		$0,90 \pm 0,03$
1961 (1963 Ebrach)	1994	$-0,02 \pm 0,11$	$0,66 \pm 0,11$	$1,15 \pm 0,19$ (ohne 1975–78)
1996	2007	$0,46 \pm 0,11$	$1,08 \pm 0,07$	$1,31 \pm 0,15$
2009	2019 (2018 Ebrach)	$0,18 \pm 0,07$	$0,89 \pm 0,19$	

Tabelle 17: Korrekturwerte für die homogenisierte Bamberger Reihe der mittleren Maximum Temperaturen

Beginn	Ende	Verwendete Station	Korrektur	Bemerkung
1879	1884	284	0,39 K	Bezug: Frankfurt, und Korr. 284/282
1885	1920	284	– 0,40 K	
1921	1944	284	*)	
1945	Dez. 1954	284	0,56 K	Bezug: 1954-1960, und Korr. 284/282
Jan. 1955	Mai 1960	282	0,48 K	Bezug: Bayreuth
Juni 1960	Febr. 1995	282	0,23 K	Bezug: Ebrach
März 1995	Nov. 2008	282	– 0,19 K	Bezug: Ebrach
Dez. 2008		282	± 0,00 K	

*) – 0,40 K + (JAHR-1920) · 0,0414 K

5.4 Homogenisierung der Niederschlagssummen und Extremwerte

Die Homogenisierung der Reihe der Niederschlagssummen wurde an den jährlichen Summenwerten vorgenommen. Die Extreme sind als Einzelwert zu stark lokal beeinflusst. Bei den Jahressummen zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen allen drei Bamberger Stationen für den Zeitraum paralleler Messungen (Abb. 16).

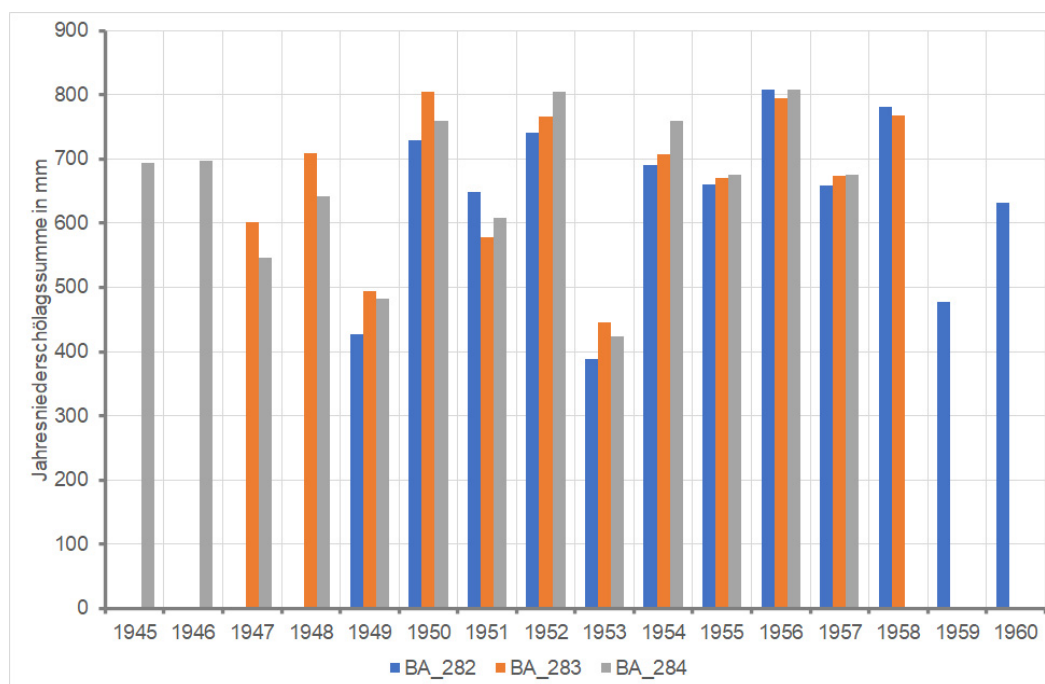


Abb. 16: Vergleich der Jahressummen des Niederschlages für den Zeitraum paralleler Messungen der Bamberger Stationen

Zur Homogenitätsprüfung des Niederschlages wird das Verhältnis aus dem Wert für Bamberg und der Vergleichsstation gebildet. Dieses wird in Abb. 17 gezeigt. Die Schwankungen zur homogenisierten Bayreuther Reihe sind relativ gering, wobei in Bayreuth fast 10 % mehr Niederschlag fallen. Demgegenüber sind die Schwankungen zu den Messreihen von Ebrach und Nürnberg deutlich größer, was an Inhomogenitäten an diesen Stationen oder einzelnen Jahren mit extremen Niederschlägen liegen kann. Ebrach hat dabei etwa 20 % mehr Niederschlag als Bamberg, Nürnberg nur unbedeutend weniger als Bamberg.

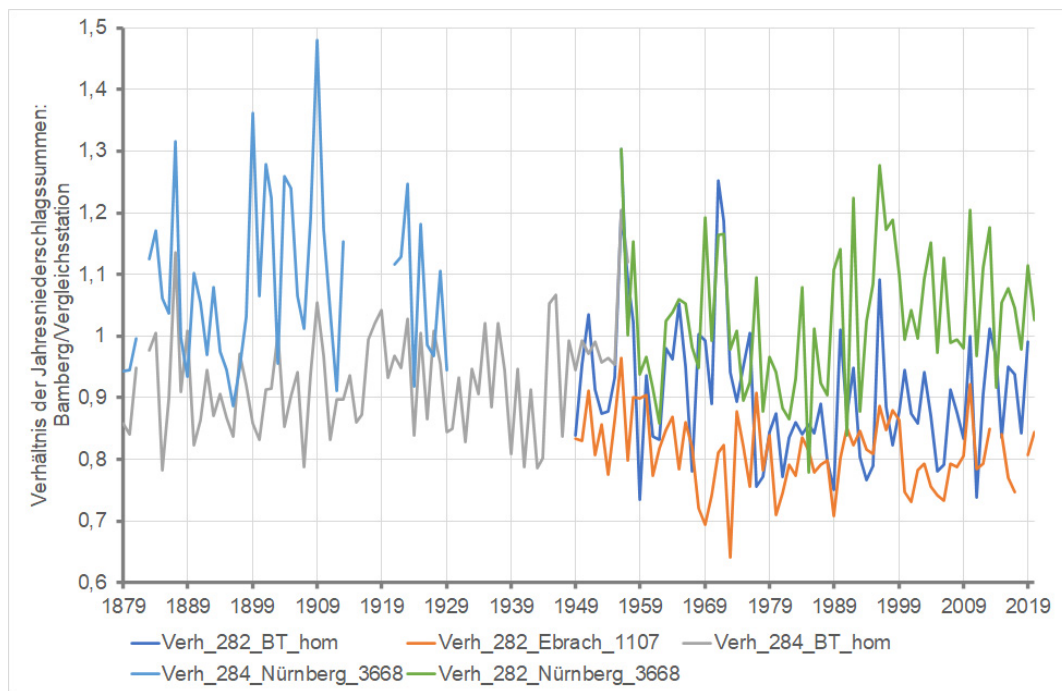


Abb. 17: Verhältnis der Jahresniederschlagssummen vom den Bamberger Stationen zu den Vergleichsstationen 1879–2020

Der Alexandersson-Test weist für die Station 284 gegenüber der homogenisierten Bayreuther Reihe nahezu keine Inhomogenitäten auf. Eine schwache wurde 1944 gefunden und eine signifikante 1955. Durch die ständigen Verlagerungen der Bayreuther Station während des Krieges wird die erste Inhomogenität nicht stärker bewertet. Der Buishand-Test für die kürzeren Zeitraum von 1948–1957 ergab aber für die Bamberger Station 284 keine Inhomogenität, so dass die Daten dieser Station unverändert übernommen werden können.

Für die Station 282 wurden gegenüber Bayreuth Inhomogenitäten von 1972–1977 und gegenüber Ebrach von 1960–1968 mit schwacher Signifikanz (90 %) gefunden. In diesen Jahren waren alle Station durch einige Monate mit sehr hohen Niederschlagssummen gekennzeichnet. Allerdings wurden gegenüber der Station Nürnberg keine Inhomogenitäten gefunden, so dass auch die Daten der Bamberger Station 282 unverändert übernommen wurden für die homogenisierte Reihe, wobei analog der Temperatur die Daten von der Station 282 ab dem Januar 1955 übernommen wurden. Die komplette zusammengesetzte Bamberger Niederschlagsreihe wird in Abb. 18 gezeigt.

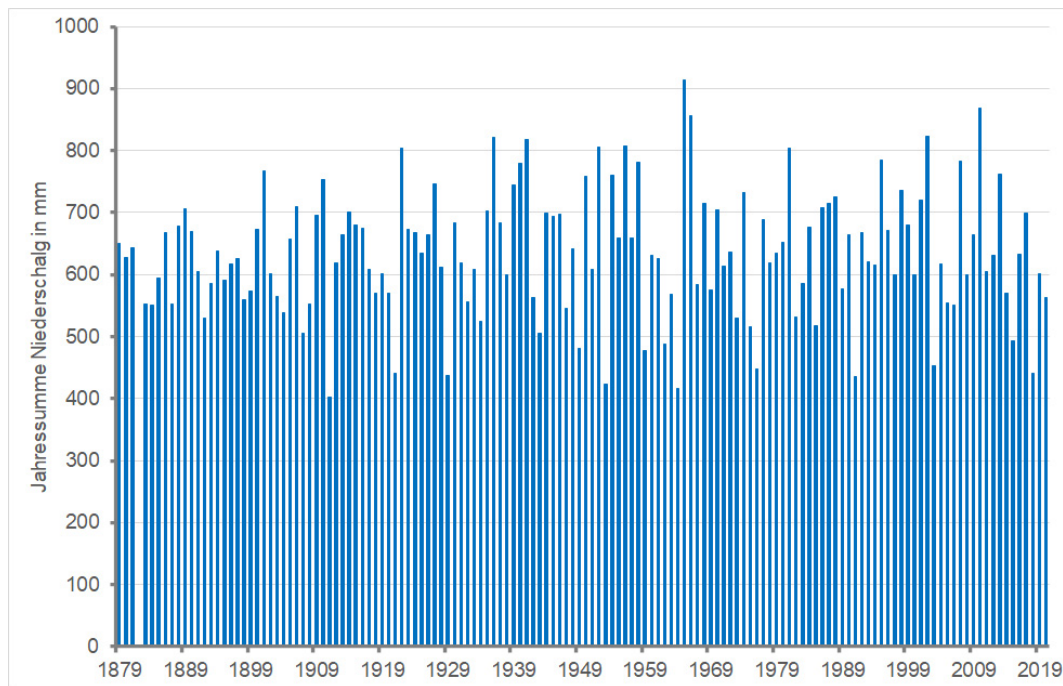


Abb. 18: Jahressumme des Niederschlages für Bamberg 1879–2020 (1881 lagen nicht für das ganze Jahr Niederschlagsmessungen vor), bis 1954 Station 284, ab 1955 Station 282

Da die Niederschlagssummen keine grundsätzlichen Differenzen zu den Stationen der Umgebung zeigen, sollte dies auch für die Extremwerte prinzipiell gelten, die sich natürlich wegen der räumlichen Begrenzung von Starkniederschlagsereignissen deutlicher unterscheiden müssen. Aus diesem Grund wurde kein Vergleich mit den Stationen der Umgebung durchgeführt. Der Vergleich der drei Bamberger Stationen zeigt, dass die Extremwerte auch weitgehend einheitlich sind (Abb. 19). Die Bamberger Reihe wurde wieder aus den beiden Stationen 284 und 282 zusammengesetzt und wie bei der Temperatur und beim Niederschlag zum Jahreswechsel 1954/55 (Abb. 20).

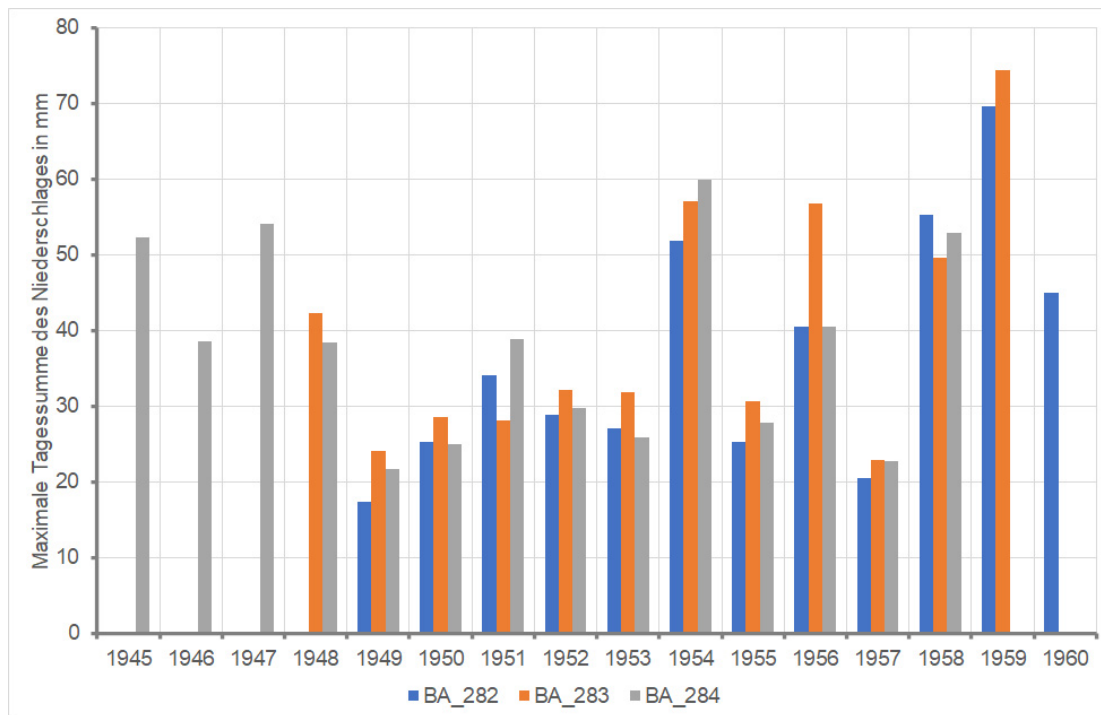


Abb. 19: Vergleich der maximalen Tagessumme des Niederschlages für den Zeitraum paralleler Messungen der Bamberger Stationen

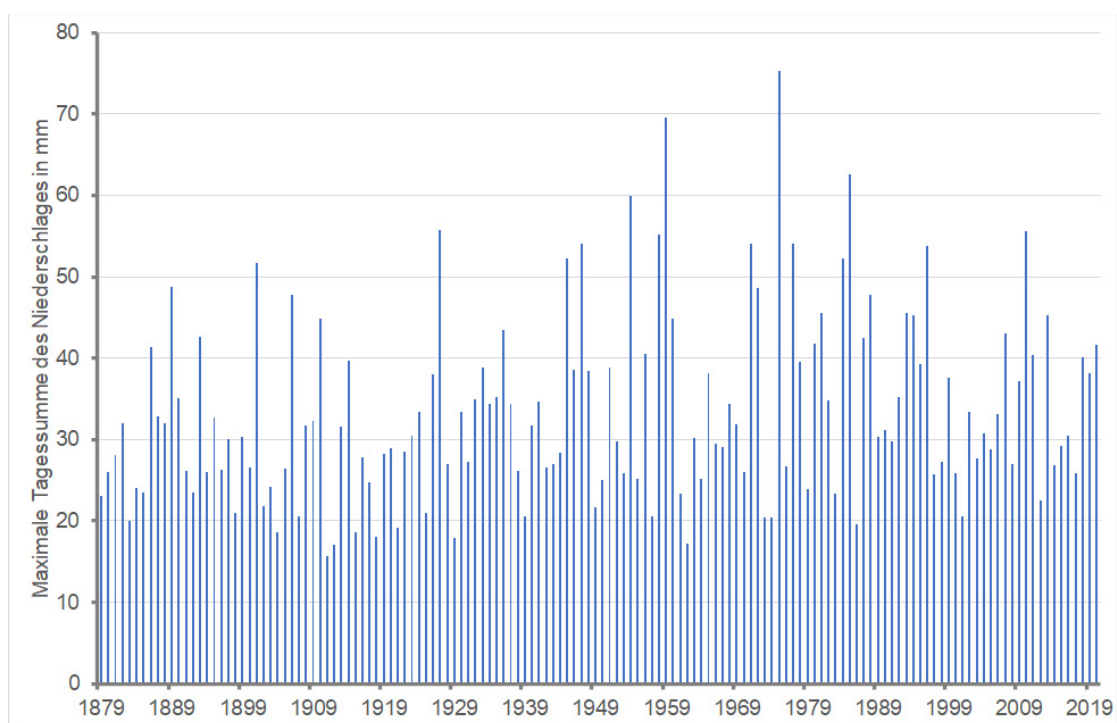


Abb. 20: Maximale Tagessumme des Niederschlages für Bamberg (bis 1954 Station 284, ab 1955 Station 282)

5.5 Homogenisierung der Sonnenscheindauer

Messungen der Sonnenscheindauer liegen für die Station 284 von 1939-1958 und für die Station 282 ab 1955 vor. Bis 28.02.1995 erfolgten die Messungen mit dem Sonnenscheinautographen nach Campbell-Stokes, danach mit elektrischen Sensoren. Der Sonnenscheinautograph hat individuelle Abweichungen zwischen verschiedenen Geräten. Vor allem ist die Auswertung beobachterabhängig (Kleinschmidt 1935), so dass Inhomogenitäten nicht auszuschließen sind und auch nicht nachvollziehbar sind. In den vier Jahren mit Messungen an den beiden Bamberger Stationen sind die Abweichungen zwischen 4 und 7 %. Dies zeigt auch der Alexandersson-Test mit benachbarten Stationen mit Sonnenscheindauermessungen. Im Vergleich mit der Station Nürnberg ergibt sich eine eindeutige Inhomogenität 1995 (Abb. E1). Dies ist der Zeitpunkt als an beiden Stationen der elektrische Messwertgeber eingeführt wurde. Der Vergleich mit der Station Möhrendorf-Kleinseebach zeigt eine Inhomogenität 2006 (Abb. E2), als ab 01.07.2006 die Station von Erlangen nach Möhrendorf verlegt wurde und ein eklektischer Geber verwendet wurde. Diese Untersuchung zeigt, dass eine Homogenisierung nicht sinnvoll erscheint. Der Vergleich ergab, dass sich Bamberg und Möhrendorf hinsichtlich der Sonnenscheindauer nicht unterscheiden, Nürnberg hat im Mittel etwa 6 % mehr Sonnenstunden. Die jährlichen Sonnenstunden für Bamberg sind in Abb. 21 dargestellt, wobei der Übergang von der Station 284 zur Station 282 wie bei den anderen Klimaelementen zum Jahreswechsel 1954/55 erfolgte.

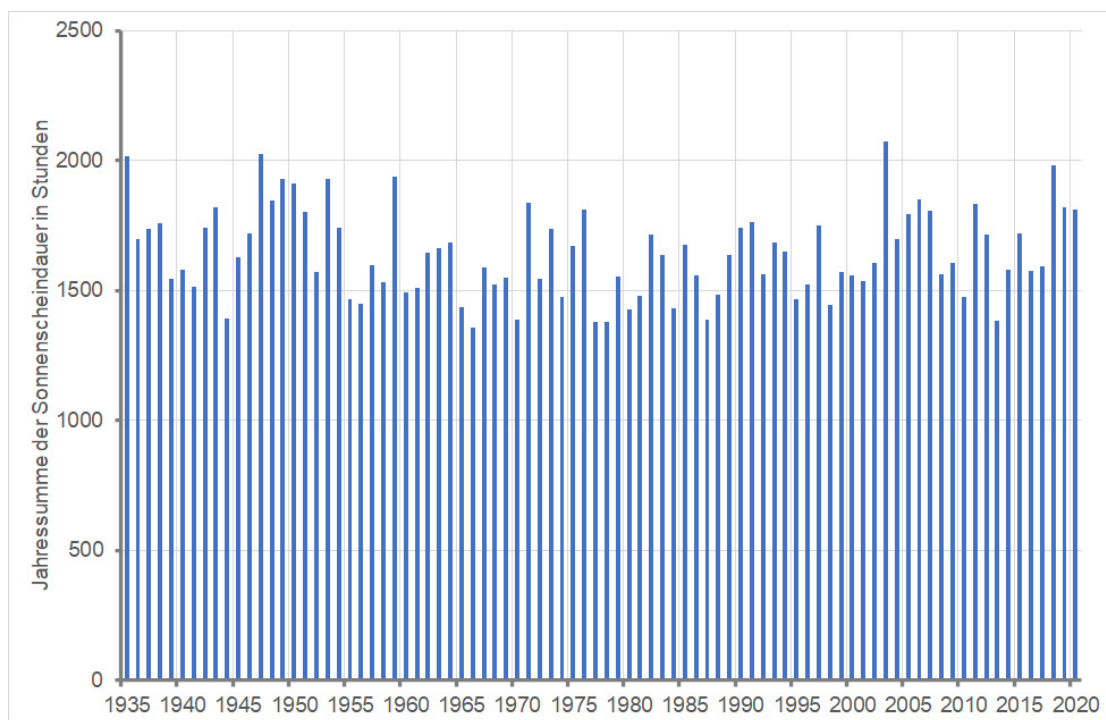


Abb. 21: Jährliche Sonnenscheindauer in Bamberg 1935–2020

6. Neuberechnung der Bamberger Normalreihen

Nachfolgend sind Normalwerte (30-Jahres-Mittel) der verschiedenen homogenisierten Zeitreihen mit einem Versatz von 10 Jahren von 1881 bis 1920 angegeben (Tabelle 18). Zusätzlich sind in die Tabelle die vom Deutschen Wetterdienst für Bamberg verwendeten Normalwerte verzeichnet (DWD 2017). Da die Bamberger Klimareihe auf den gegenüber dem Stadtgebiet kühleren Standort im Süden von Bamberg, an dem sich seit 2008 die Wetterstation befindet, homogenisiert wurde, ist die homogenisierte Temperaturreihe etwas kühler als die Angaben des DWD oder bei Verwendung der Originaldaten (Tabelle 18). Dies gilt auch für die mittleren täglichen Minimum Temperaturen (Tabelle 19). Demgegenüber ergeben sich bei den mittleren täglichen Maximum Temperaturen kaum Unterschiede (Tabelle 20). Die Wetterelemente Niederschlag (Tabelle 21) und Sonnenscheindauer (Tabelle 22) beruhen auf den Originaldaten, so dass es keine Abweichungen zum DWD gibt.

Tabelle 18: Normalwerte der mittleren Lufttemperatur in °C von 1881–1910 bis 1991–2020 der homogenisierten Klimareihe

	Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1881–1910	–2,71	–0,84	2,28	6,90	11,87	15,34	16,70	15,82	12,41	7,24	2,33	–1,08	7,20
1891–1920	–2,02	–0,25	3,16	7,13	12,06	15,30	16,61	15,90	12,40	7,42	2,44	–0,13	7,50
1901–1930	–1,14	–0,14	3,52	7,25	12,53	15,21	16,94	15,84	12,51	7,65	2,53	0,09	7,73
1911–1940	–1,06	–0,12	3,59	7,39	12,65	15,44	17,15	16,12	12,76	7,53	3,05	–0,27	7,85
1921–1950	–1,59	–0,36	3,55	7,88	12,70	15,61	17,57	16,65	13,36	8,12	3,18	–0,85	7,98
1931–1960	–1,69	–0,61	3,60	8,10	12,71	16,02	17,65	16,83	13,35	8,08	3,40	–0,29	8,10
1941–1970	–2,04	–0,54	3,32	8,33	12,50	15,96	17,48	16,58	13,36	8,44	3,26	–0,34	8,02
1951–1980	–1,50	–0,17	3,34	7,69	12,28	15,91	17,23	16,33	12,89	7,95	3,31	0,07	7,94
1951–1980 ^{*)}	–1,0	0,3	3,7	8,1	12,7	16,4	17,7	16,7	13,3	8,4	3,8	0,5	8,4
1961–1990	–1,54	–0,10	3,36	7,63	12,45	15,72	17,30	16,53	13,02	8,17	3,15	–0,02	7,97
1961–1990 ^{**)}	–1,1	0,4	3,9	8,1	12,9	16,2	17,8	17,0	13,5	8,7	3,6	0,5	8,5
1971–2000	–0,70	0,19	4,08	7,73	12,97	15,81	17,79	17,25	13,08	8,10	3,20	0,73	8,35
1981–2010	–0,47	0,31	4,23	8,52	13,47	16,38	18,41	17,70	13,33	8,72	3,72	0,60	8,74
1981–2010 ^{*)}	1,0	0,7	4,6	8,9	13,9	16,8	18,8	18,1	13,7	9,1	4,1	1,0	9,2
1991–2020	0,42	1,08	4,72	9,24	13,67	17,06	18,83	18,26	13,61	9,00	4,35	1,36	9,30

^{*)} Werte, die gegenwärtig vom DWD verwendet werden (DWD 2017)

^{**)} Eigene Berechnungen aus den unkorrigierten Daten der Station Bamberg (282)

Tabelle 19: Normalwerte der mittleren Minimum Temperatur in °C von 1881–1910 bis 1991–2020 der homogenisierten Klimareihe

	Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1881–1910	–5,77	–4,14	–1,91	1,71	5,86	9,59	11,23	10,58	7,62	3,53	–0,51	–3,61	2,85
1891–1920	–5,15	–3,87	–1,24	1,76	5,98	9,20	10,85	10,43	7,31	3,38	–0,60	–2,91	2,93
1901–1930	–4,46	–4,02	–1,14	1,76	6,13	8,97	10,94	10,38	7,30	3,41	–0,69	–2,92	2,97
1911–1940	–4,19	–4,06	–1,13	1,96	6,43	9,20	11,22	10,69	7,62	3,40	–0,12	–3,23	3,15
1921–1950	–4,88	–4,16	–1,34	2,34	6,53	9,41	11,58	11,04	8,15	3,76	0,08	–3,76	3,23
1931–1960	–4,91	–4,32	–1,23	2,48	6,59	9,83	11,78	11,21	8,15	3,68	0,35	–3,04	3,38
1941–1970	–5,32	–4,21	–1,32	2,78	6,43	9,82	11,44	10,93	8,04	3,89	0,24	–3,19	3,29
1951–1980	–4,61	–3,70	–1,22	2,24	6,30	9,94	11,36	10,77	7,78	3,61	0,31	–2,78	3,33
1951–1980 *)	–4,1	–3,2	–0,8	2,7	6,8	10,5	11,9	11,3	8,4	4,1	0,8	–2,2	3,9
1961–1990	–4,62	–3,61	–0,95	2,33	6,57	9,89	11,32	10,91	8,00	3,98	0,18	–2,86	3,43
1971–2000	–3,79	–3,48	–0,33	2,09	6,74	9,97	11,79	11,33	8,06	4,00	0,19	–2,12	3,70
1981–2010	–3,83	–3,71	–0,46	2,35	6,95	10,04	12,01	11,52	7,89	4,32	0,48	–2,46	3,76
1981–2010 *)	–3,2	–3,1	0,2	3,0	7,6	10,7	12,7	12,2	8,6	5,0	1,2	–1,8	4,5
1991–2020	–3,03	–3,08	–0,57	2,35	6,65	10,29	12,06	11,55	7,76	4,25	0,87	–1,80	3,94

*) Werte, die gegenwärtig vom DWD verwendet werden (DWD 2017)

Tabelle 20: Normalwerte der mittleren Maximum Temperatur in °C von 1881–1910 bis 1991–2020

	Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1881–1910	1,33	3,85	8,27	13,67	18,16	22,31	23,59	22,80	19,21	12,89	6,45	2,41	12,95
1891–1920	1,52	4,28	8,97	13,72	18,80	22,20	23,35	22,76	19,07	13,00	6,26	3,03	13,08
1901–1930	2,20	4,26	9,15	13,57	19,16	21,78	23,50	22,41	18,93	12,97	6,19	3,11	13,10
1911–1940	2,26	4,43	9,32	13,59	19,12	21,90	23,56	22,58	19,10	12,66	6,74	2,81	13,17
1921–1950	2,05	4,17	9,47	14,18	19,16	21,93	23,95	23,18	19,89	13,58	6,97	2,44	13,41
1931–1960	2,08	4,01	9,68	14,60	19,32	22,47	24,06	23,57	20,17	13,92	7,31	3,07	13,69
1941–1970	1,68	3,99	9,20	14,83	19,07	22,34	24,00	23,41	20,40	14,68	7,15	3,02	13,65
1951–1980	1,97	4,32	9,18	14,06	18,83	22,21	23,65	23,25	19,85	14,07	7,13	3,31	13,48
1951–1980 *)	1,7	4,0	8,9	13,8	18,6	22,0	23,4	23,0	19,5	13,8	6,8	3,0	13,2
1961–1990	1,85	4,30	8,93	13,89	18,92	21,94	23,76	23,49	19,88	14,16	7,00	3,18	13,44
1971–2000	2,73	4,70	9,61	14,00	19,46	21,91	24,12	24,27	19,68	13,71	6,90	3,86	13,75
1981–2010	2,95	4,75	9,54	14,85	19,77	22,53	24,88	24,53	19,80	14,13	7,32	3,66	14,06
1981–2010 *)	2,9	4,7	9,5	14,8	19,7	22,5	24,9	24,5	19,8	14,1	7,3	3,6	14,1
1991–2020	3,65	5,43	10,22	15,80	19,99	23,33	25,40	25,20	20,16	14,30	7,88	4,26	14,63

*) Werte, die gegenwärtig vom DWD verwendet werden (DWD 2017)

Tabelle 21: Normalwerte der Niederschlagssumme in mm von 1881–1910 bis 1991–2020

	Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1881–1910	40,8	35,4	44,3	38,6	54,3	72,0	80,1	64,8	52,0	51,0	44,8	51,2	619,3
1891–1920	48,1	35,7	41,7	40,8	55,8	64,4	74,2	63,3	53,5	43,3	42,0	51,7	614,5
1901–1930	46,2	33,6	39,2	46,7	53,2	60,9	74,5	73,3	50,4	48,0	49,1	51,4	626,5
1911–1940	50,4	33,2	37,0	50,1	59,8	59,4	72,4	73,3	48,7	54,0	46,1	51,9	636,2
1921–1950	47,2	39,5	33,7	50,2	62,4	66,8	77,0	69,8	46,6	57,3	49,0	47,3	646,7
1931–1960	50,3	41,9	36,6	40,8	63,8	72,1	80,8	68,7	49,8	55,3	44,8	50,0	655,0
1941–1970	45,7	43,7	39,7	44,4	59,8	72,6	74,4	68,7	49,7	47,4	48,1	54,5	648,7
1951–1980	43,9	37,8	42,5	42,6	55,0	80,5	70,1	67,6	49,0	47,3	46,6	54,6	637,6
1951–1980 *)	43	38	42	43	54	81	70	67	49	47	46	54	632
1961–1990	44,9	38,5	46,8	47,9	62,3	76,6	60,4	57,8	47,6	44,4	50,3	56,7	634,0
1961–1990 **)	45,0	38,8	46,3	47,9	62,5	76,7	60,2	58,1	47,1	45,2	49,8	56,4	634,0
1971–2000	45,7	36,1	46,5	39,9	58,0	77,1	71,8	52,4	51,5	49,7	48,6	55,4	632,7
1981–2010	47,1	39,0	49,5	41,2	64,5	61,4	78,0	55,4	56,8	51,2	52,1	55,2	651,4
1981–2010 *)	47	39	49	41	64	61	78	55	57	51	52	55	651
1991–2020	46,8	37,2	43,4	34,8	60,7	61,5	78,8	60,2	55,2	49,5	51,8	53,1	634,4

*) Werte, die gegenwärtig vom DWD verwendet werden (DWD 2017)

**) Eigene Berechnungen aus den Daten der Station Bamberg (282)

Tabelle 22: Normalwerte der Sonnenscheindauer in Stunden von 1941–1970 bis 1991–2020

	Jan	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
1941–1970	49,2	70,7	129,8	167,8	212,8	218,0	227,1	204,5	166,7	117,1	44,4	38,3	1646,4
1951–1980	43,8	72,4	125,0	161,4	208,5	213,6	215,5	198,4	159,0	109,2	45,0	37,5	1589,3
1961–1990	41,6	76,5	113,3	155,6	203,6	206,7	217,2	200,3	156,4	106,9	46,9	38,2	1563,3
1971–2000	45,6	78,1	114,1	160,3	212,2	203,0	217,5	213,9	151,9	102,0	47,6	38,1	1584,4
1981–2010	51,2	81,3	112,6	170,5	208,7	211,2	226,5	213,3	155,6	105,0	49,0	39,5	1624,1
1981–2010 *)	51	81	113	170	209	211	227	213	156	105	49	39	1624
1991–2020	52,0	79,4	124,2	181,2	209,3	220,6	230,4	218,8	159,2	102,9	48,8	39,4	1666,3

*) Werte, die gegenwärtig vom DWD verwendet werden (DWD 2017)

Danksagung

Für die Bearbeitung der Bamberger Daten waren vielfältige Kontakte zu Personen und Institutionen notwendig. Besonders sei dem Deutschen Wetterdienst für die Bereitstellung von Daten und Informationen gedankt. Spezieller Dank gilt Herrn PD Dr. Johannes Lüers (Universität Bayreuth), Herrn Detlef Assmann und Herrn Norbert Reich (DWD, Regionale Messnetzgruppe München), Herrn Werner Hanske (Bundessortenamt Dachwig, ehemals Bamberg) und Herrn Fritz Klein (Litzendorf, ehemaliger Leiter der Wetterstation Bamberg).

Literatur

- Alexandersson H (1986) A homogeneity test applied to precipitation data. *J Climat.* 6:661-675.
- Buishand TA (1982) Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. *J Hydrol.* 58:11-27.
- DWD (2017) Amtliches Gutachten: Das Klima von Bamberg, Aktualisierung des Gutachtens von 1985 sowie ergänzende Erläuterungen im Zuge des Bebauungsverfahrens "Gewerbepark Geisfelder Straße". Deutscher Wetterdienst, München, 76 S.
- Herzog J, Müller-Westermeier G (1998) Homogenitätsprüfung und Homogenisierung klimatologischer Messreihen im Deutschen Wetterdienst. *Ber Dt Wetterdienstes.* 202:23 S.
- Hoh T (1877) Meteorologische Mittelwerthe als Grundlage einer Klimatographie Bamberg's. Reindl, Bamberg pp.
- ISO (2015) Air quality -- Meteorology -- Siting classifications for surface observing stations on land, ISO 19289:2015 (WMO), 14 S.
- Kaspar F, Hannak L (2016) Zur Auswirkung der Automatisierung der Temperaturmessungen auf die Messreihen des Deutschen Wetterdienstes. *Mitteilungen der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft.* Heft 2, 8-9.
- Kleinschmidt E (Hrsg) (1935) Handbuch der meteorologischen Instrumente und ihrer Auswertung. Springer, Berlin, 733 S.
- Lüers J, Soldner M, Olesch J, Foken T (2014) 160 Jahre Bayreuther Klimazeitreihe, Homogenisierung der Bayreuther Lufttemperatur- und Niederschlagsdaten. *Arbeitsergebn, Univ Bayreuth, Abt Mikrometeorol, ISSN 1614-8916.* 56:52 S.
- WMO (2014 (update 2017)) Guide to meteorological instruments and methods of observation, WMO-No. 8. World Meteorological Organization, Geneva, 8th edition, 1128 S.
- Die Mess- und Meta-Daten des DWD sind frei verfügbar unter www.dwd.de.

Anlage A: Homogenisierung der Temperaturmessreihe Bamberg-Sternwarte (284)

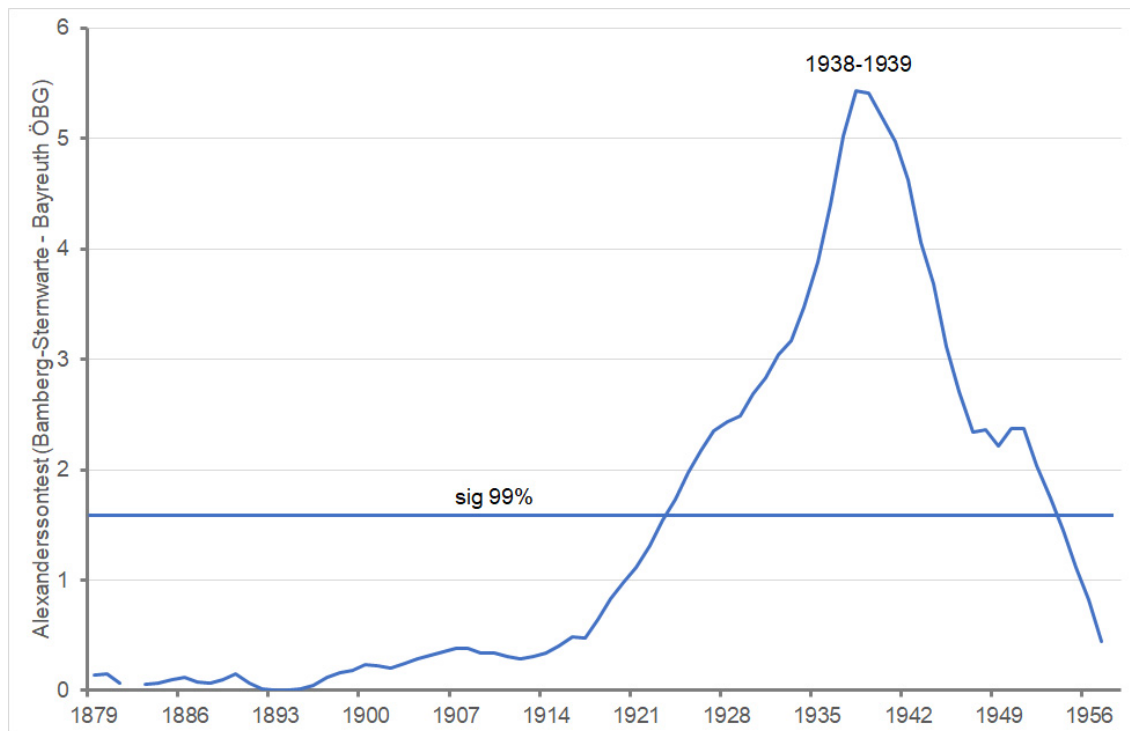


Abb. A1: Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg-Sternwarte und Bayreuth ÖBG für die Jahresmitteltemperatur 1879 bis 1957

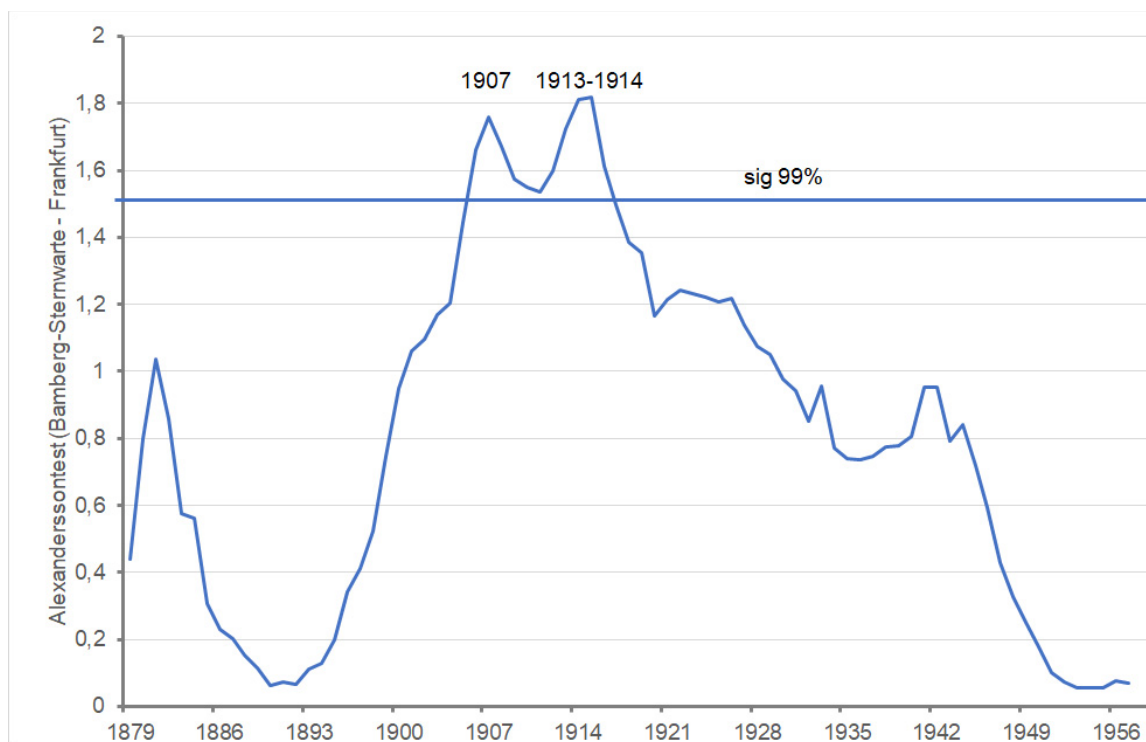


Abb. A2: Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg-Sternwarte und Frankfurt (Feldbergstraße) für die Jahresmitteltemperatur 1879 bis 1957

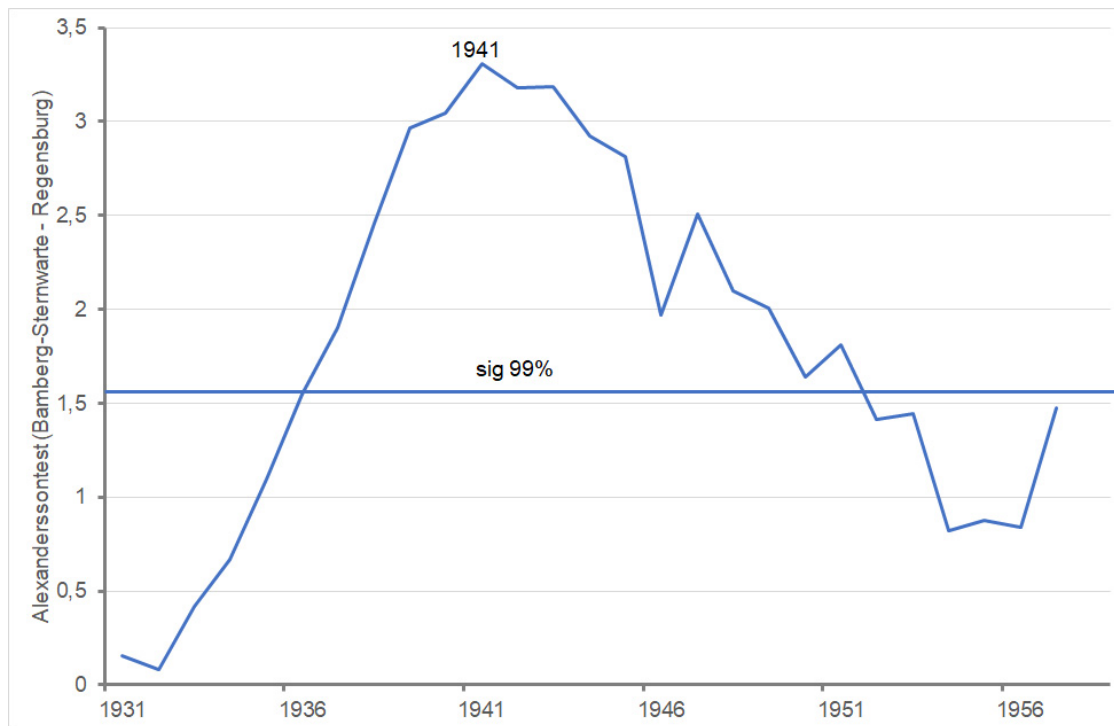


Abb. A3: Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg-Sternwarte und Regensburg für die Jahresmitteltemperatur 1931 bis 1957

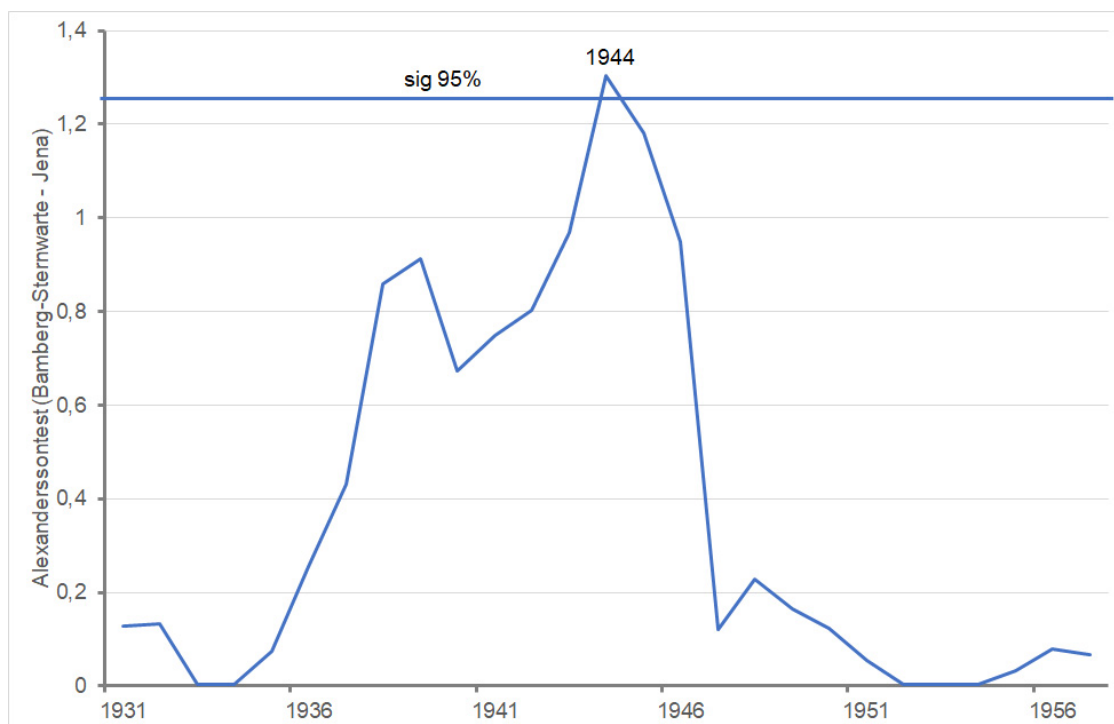


Abb. A4: Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg-Sternwarte und Jena für die Jahresmitteltemperatur 1931 bis 1957

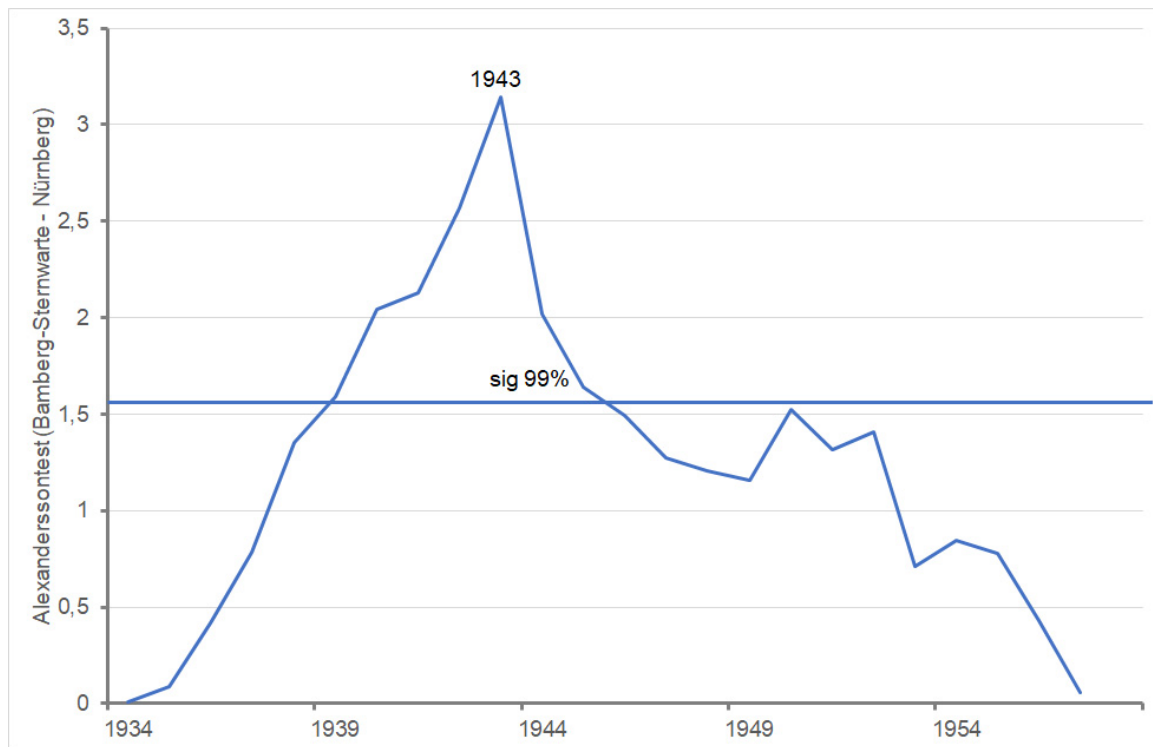


Abb. A5: Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg-Sternwarte und Nürnberg für die Jahresmitteltemperatur 1931 bis 1957



Abb. A6: Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg-Sternwarte und Frankfurt (Feldbergstraße) für die Jahresmitteltemperatur im verkürzten Zeitabschnitt 1931 bis 1957

Anlage B: Homogenisierung der Temperaturmessreihe Bamberg (282)

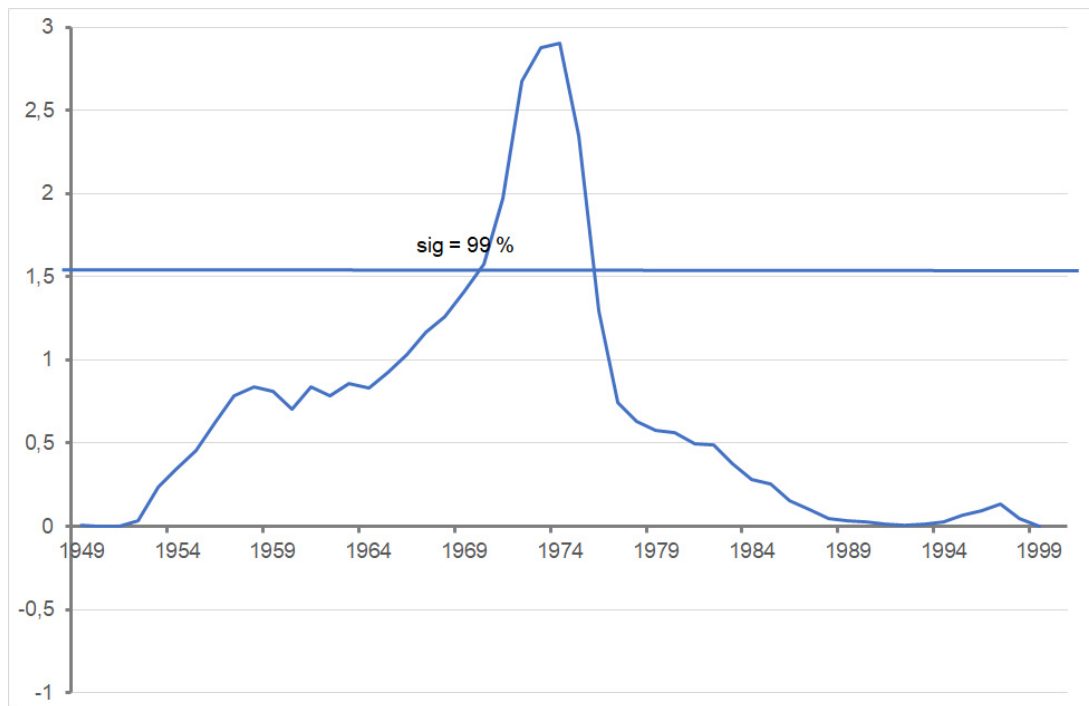


Abb. B1. Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg und Bayreuth ÖBG für die Jahresmitteltemperatur 1949 bis 1999

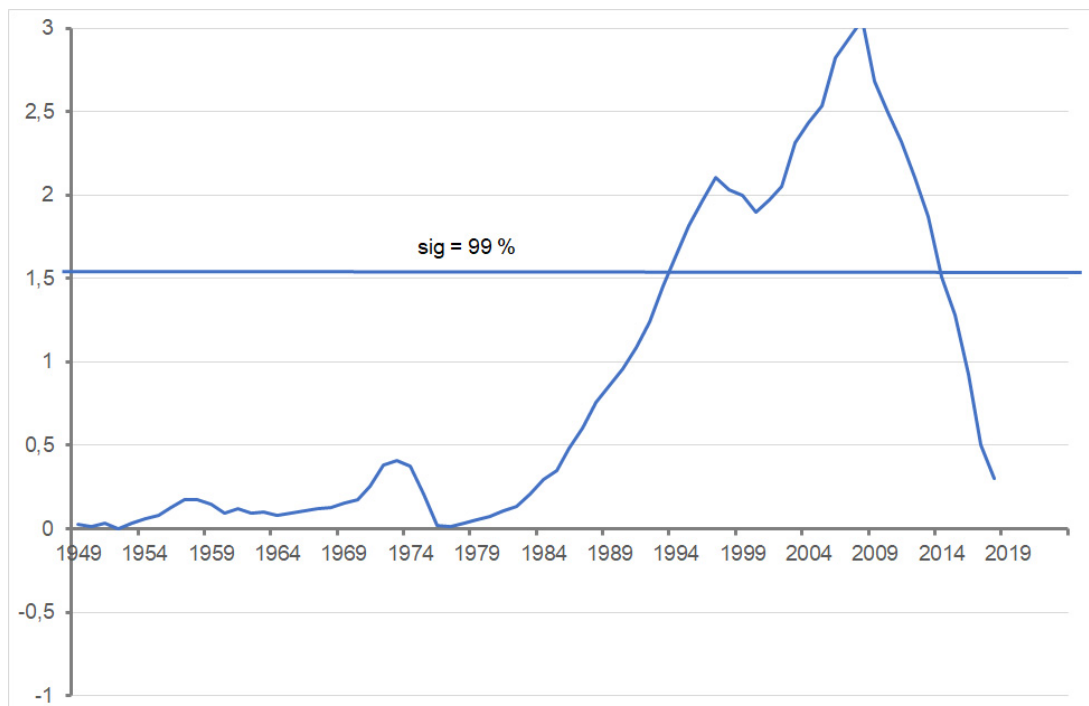


Abb. B2 Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg und Bayreuth ÖBG für die Jahresmitteltemperatur 1949 bis 2019

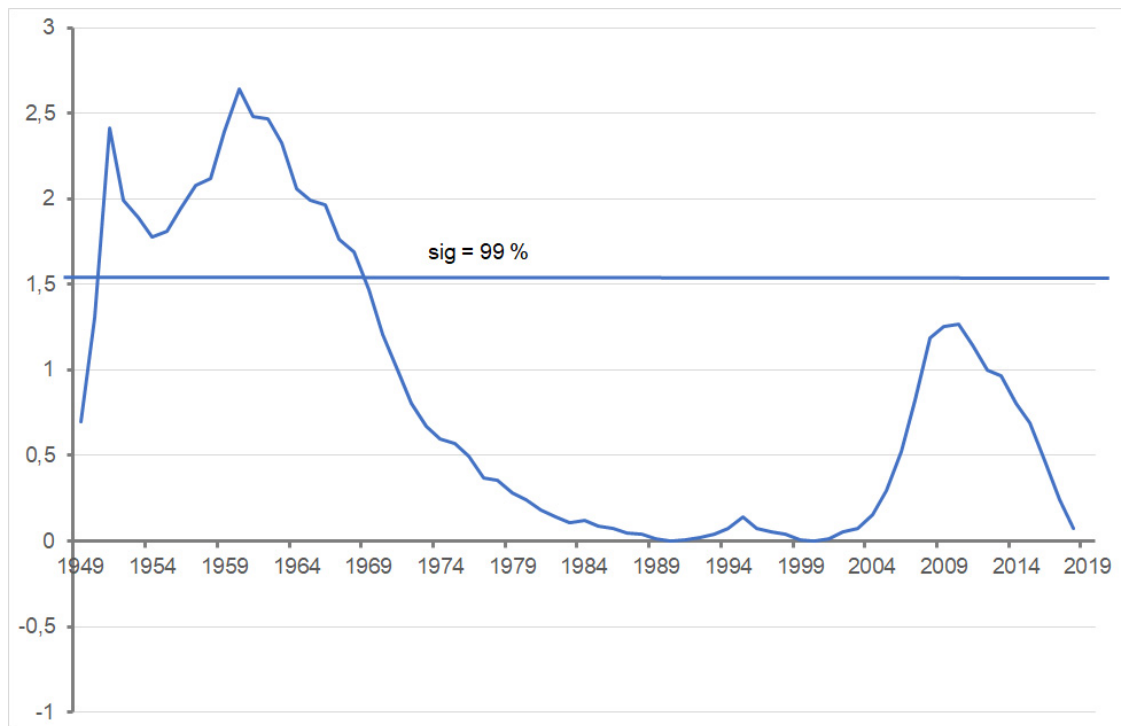


Abb. B3. Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg und Nürnberg für die Jahresmitteltemperatur 1949 bis 2019

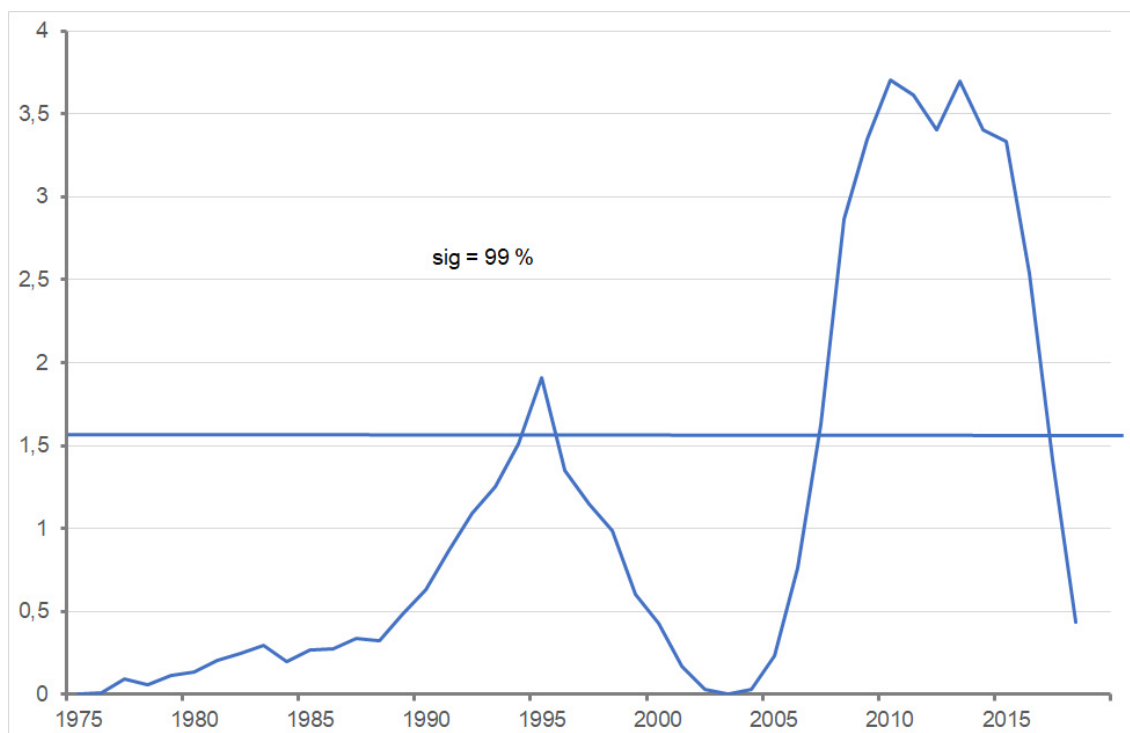


Abb. B4. Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg und Nürnberg für die Jahresmitteltemperatur 1975 bis 2019

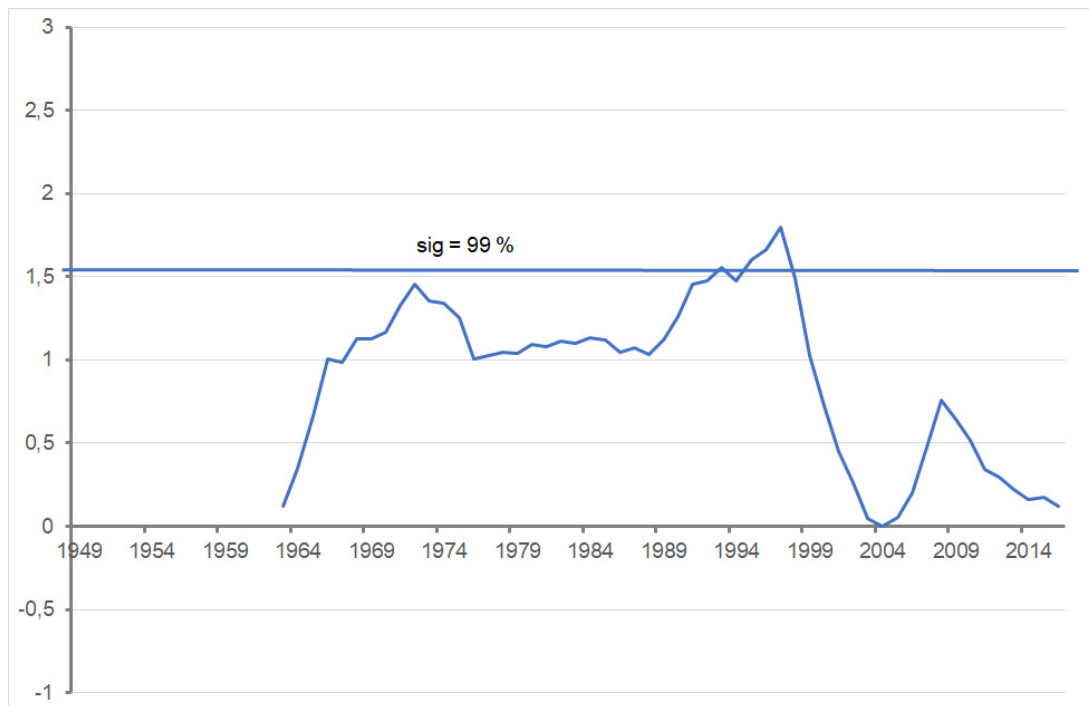


Abb. B5. Alexandersson-Test für die Zeitreihen Bamberg und Ebrach für die Jahresmitteltemperatur 1964 bis 2015

Anlage C: Homogenisierung der Messreihe Bamberg der Minimumtemperatur

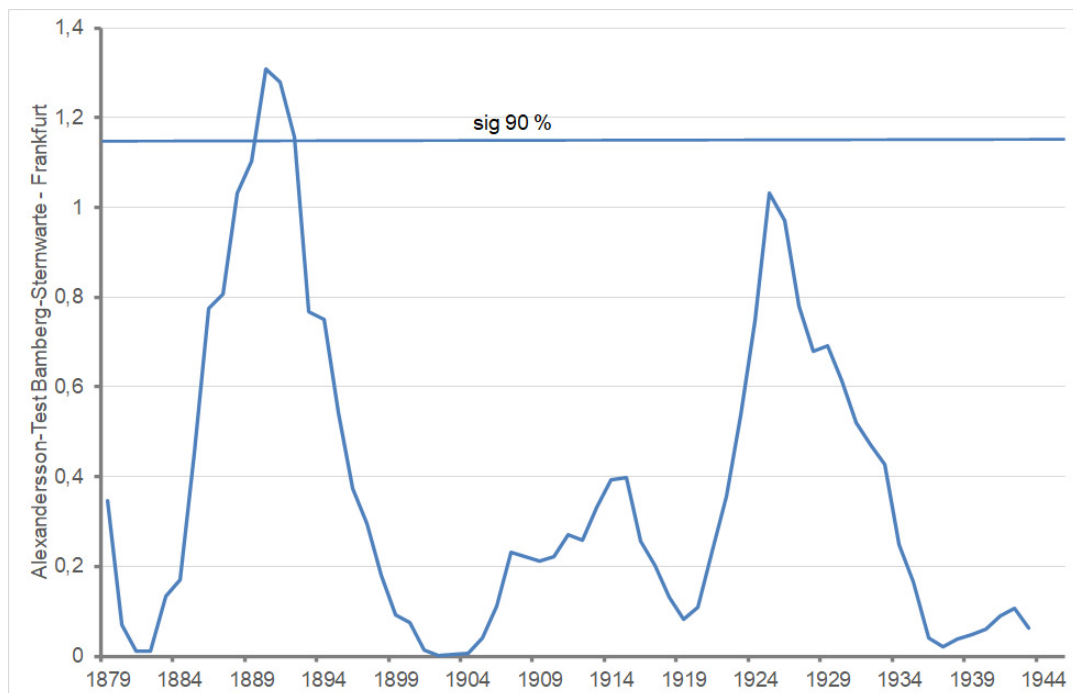


Abb. C1: Alexandersson-Test Bamberg-Sternwarte (284) – Frankfurt (1425)

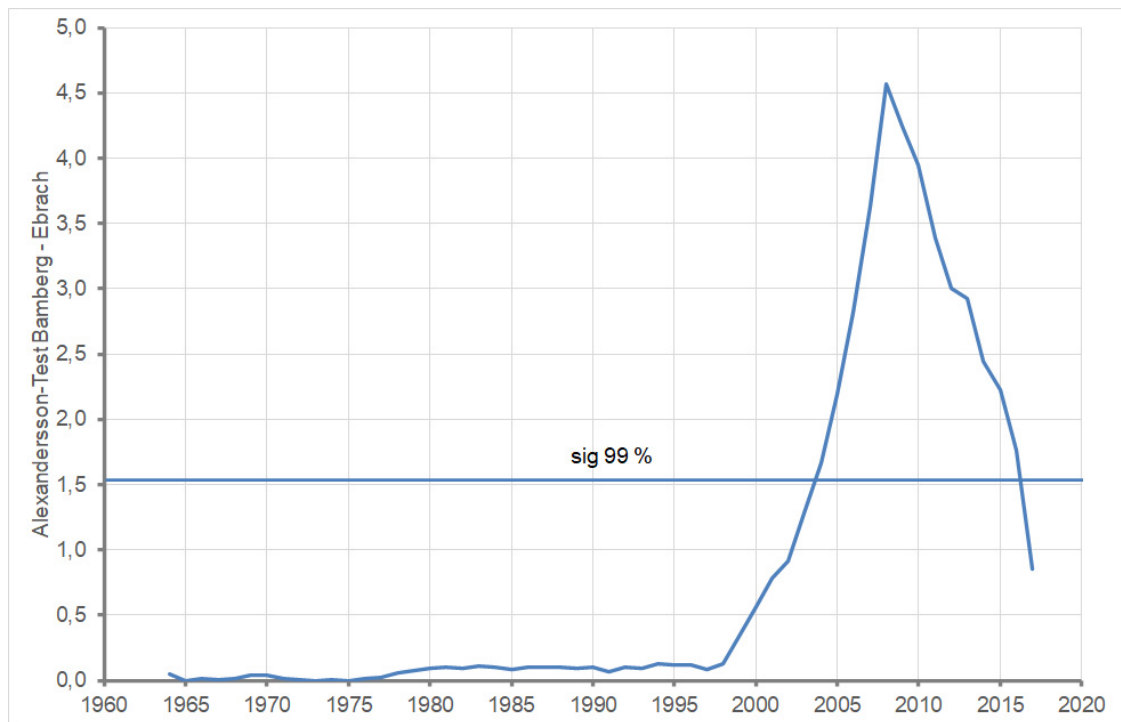


Abb. C2: Alexandersson-Test Bamberg (282) – Ebrach (1107)

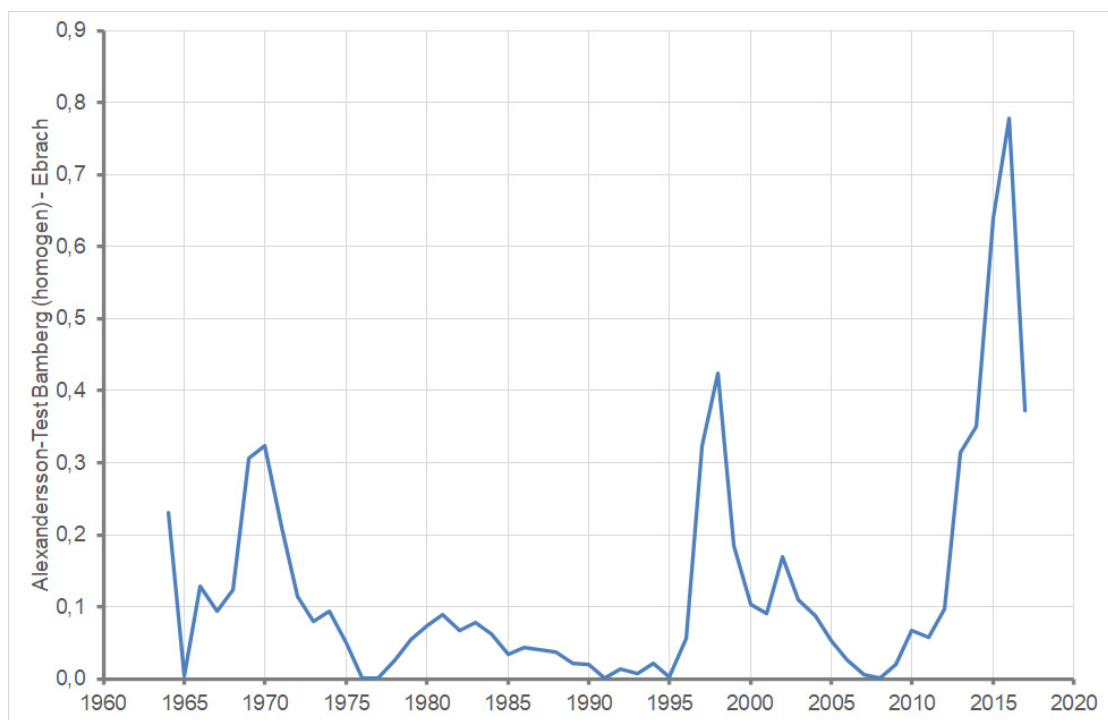


Abb. C3: Alexandersson-Test homogenisierte Bamberger Reihe – Ebrach (1107)

Anlage D: Homogenisierung der Messreihe Bamberg der Maximum Temperatur

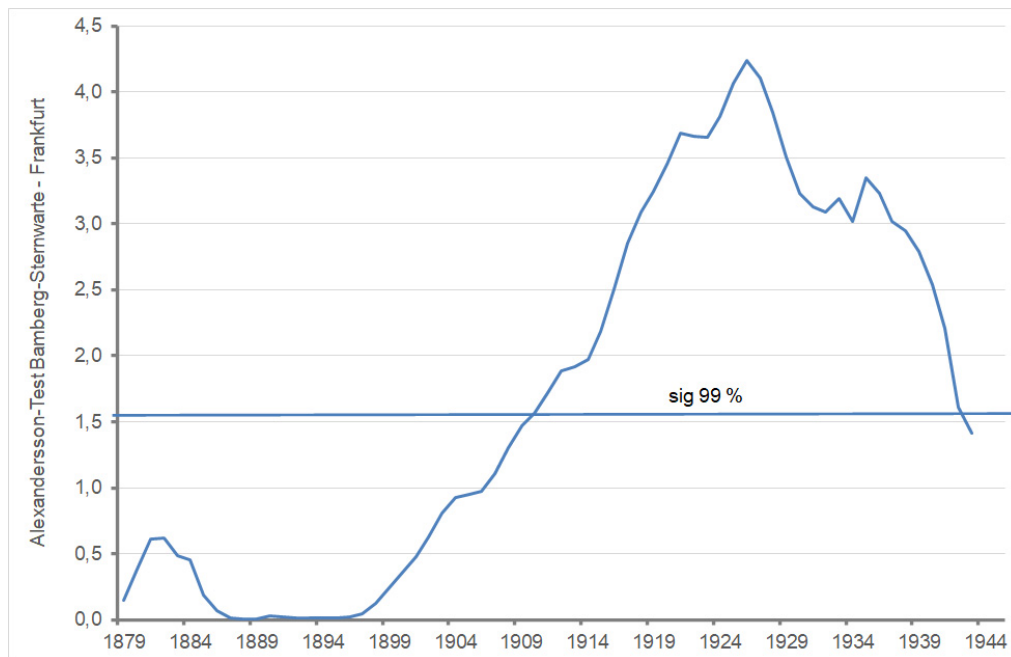


Abb. D1: Alexandersson-Test Bamberg-Sternwarte (284) – Frankfurt (1425)

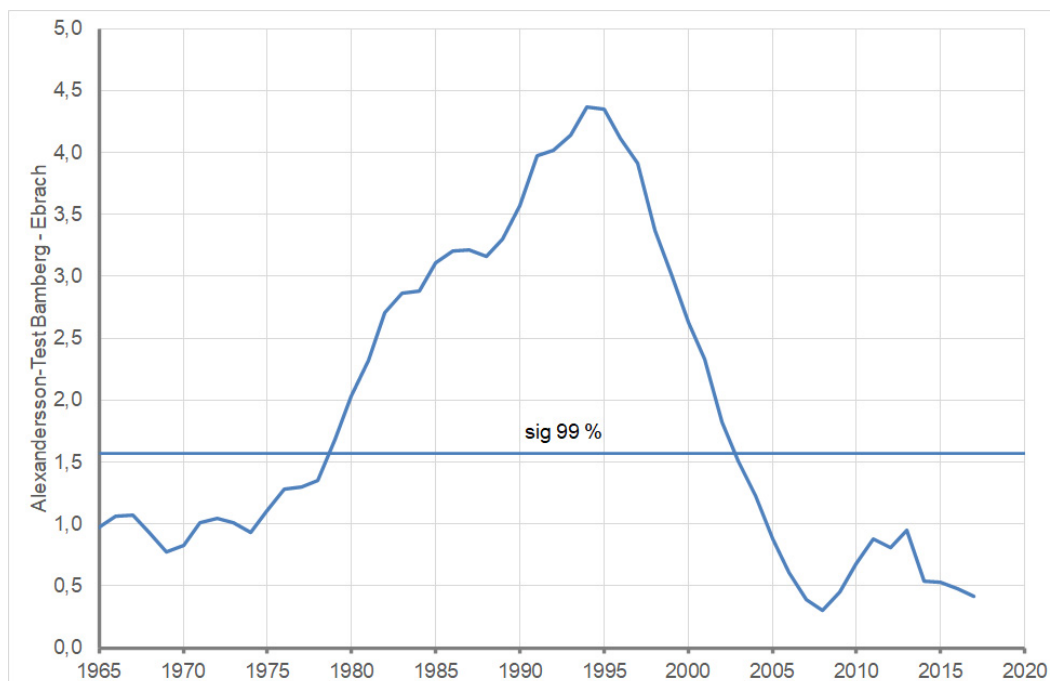


Abb. D2: Alexandersson-Test Bamberg (282) – Ebrach (1107)

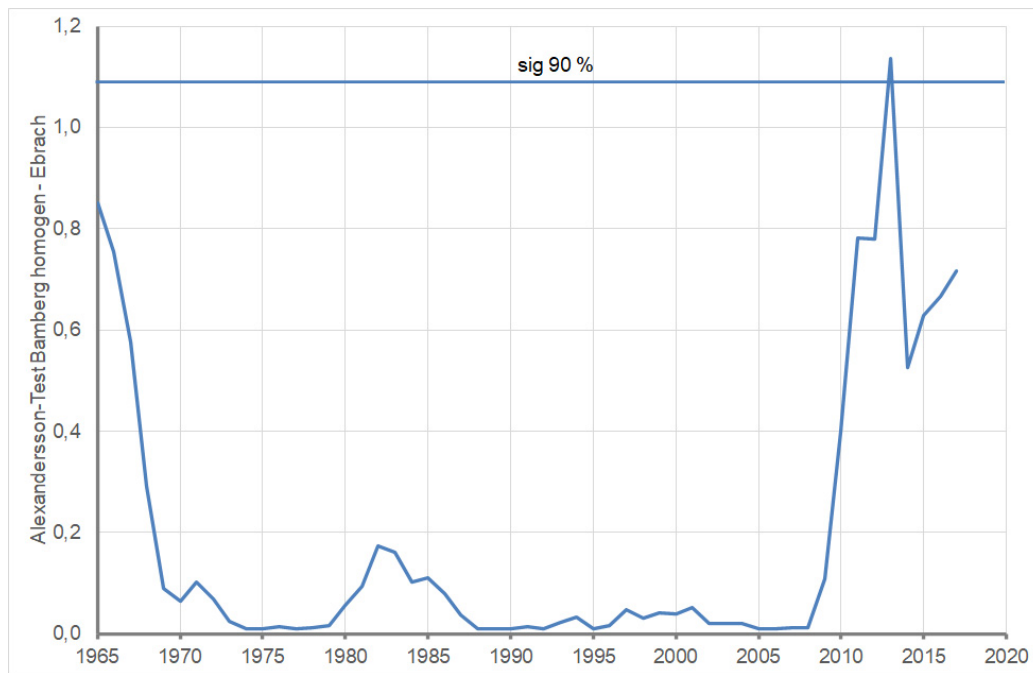


Abb. D3: Alexandersson-Test Bamberg homogen – Ebrach (1107)

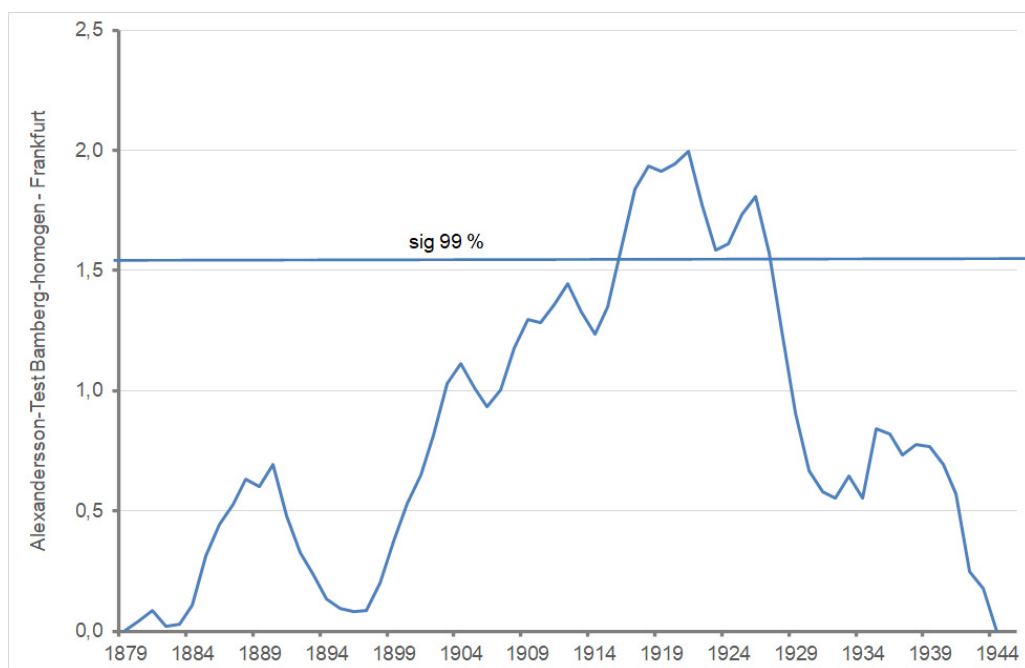


Abb. D4: Alexandersson-Test Bamberg homogen – Frankfurt (1425)

Anlage E: Homogenisierung der Messreihe Bamberg der Sonnenscheindauer

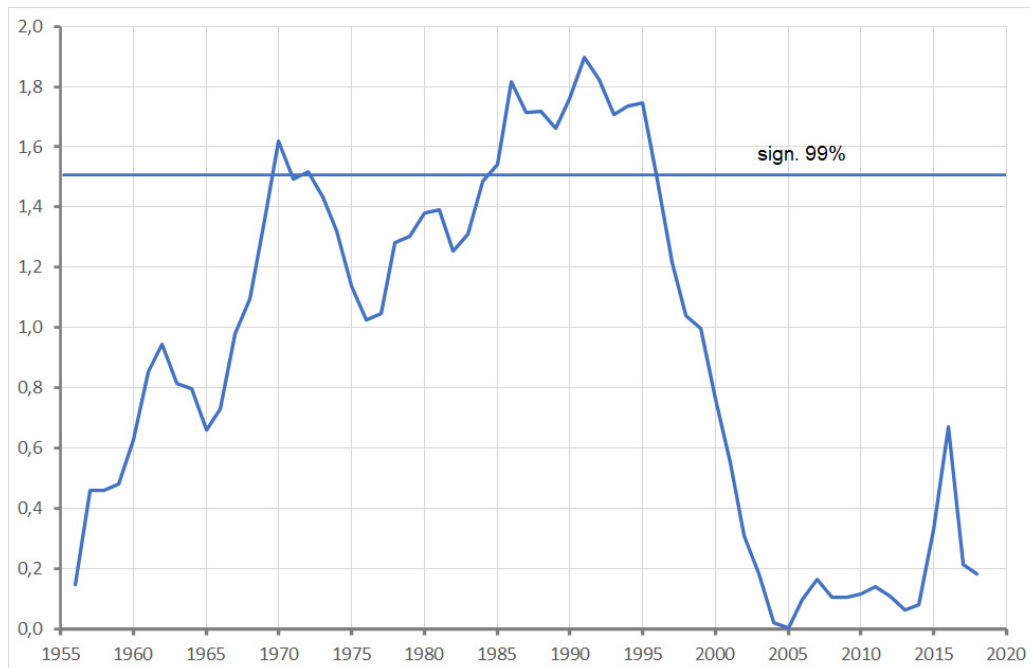


Abb. E1: Alexandersson-Test für die Sonnenscheindauer mit der Station Nürnberg

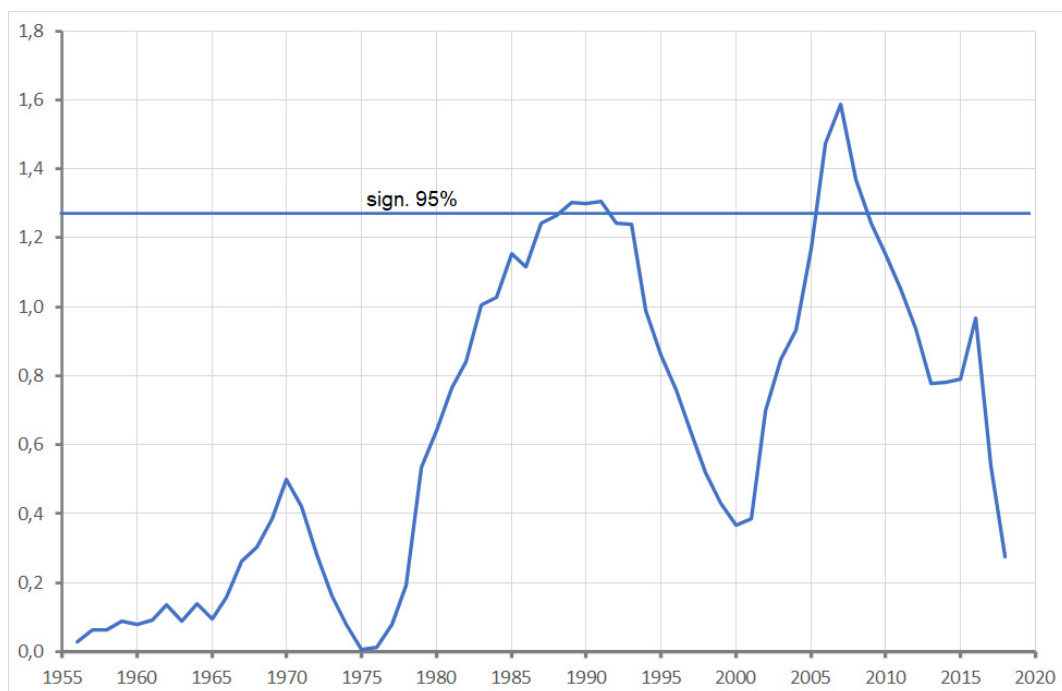


Abb. E2: Alexandersson-Test für die Sonnenscheindauer mit der Station Möhrendorf-Kleinseebach (1279)

Anlage F: Homogenisierte Klimareihe für Bamberg 1879–2020

	Mittlere Temperatur °C	Mittleres Minimum °C	Mittleres Maximum °C	Niederschlag Summe mm	Sonnenscheindauer Summe Std.
1879	5,3	1,1	11,1	649,4	
1880	7,2	3,2	13,1	627,4	
1881	6,5	2,8	12,2	643,1	
1882	7,8	2,7	13,0		
1883	7,4	3,4	13,4	552,9	
1884	7,7	3,6	14,0	551,3	
1885	7,1	3,1	13,1	594,4	
1886	7,5	3,6	13,5	667,2	
1887	6,0	1,9	11,9	552,3	
1888	6,2	2,4	11,8	678,4	
1889	6,6	2,9	12,1	706,4	
1890	6,9	2,9	12,6	668,8	
1891	6,6	2,6	11,8	604,7	
1892	6,9	2,3	12,5	530,3	
1893	7,1	2,2	12,9	586,2	
1894	7,4	3,4	12,3	637,5	
1895	6,5	1,8	12,5	591,1	
1896	6,6	2,7	12,2	617,0	
1897	7,2	3,1	12,9	625,9	
1898	7,7	3,4	13,8	560,2	
1899	7,3	2,9	14,2	573,8	
1900	7,7	3,6	14,0	672,9	
1901	7,1	2,1	13,1	766,6	
1902	7,1	2,4	13,1	601,2	
1903	8,1	3,3	13,9	565,3	
1904	8,2	3,3	13,6	538,0	
1905	7,6	3,2	13,0	656,6	
1906	7,8	3,2	13,6	709,9	
1907	7,6	2,7	13,4	505,8	
1908	6,9	2,1	12,5	551,6	
1909	7,1	2,4	12,4	695,3	
1910	7,9	3,4	13,2	753,9	
1911	8,7	3,5	14,8	402,2	
1912	7,3	2,9	12,8	619,1	
1913	7,9	3,3	13,2	663,8	
1914	7,7	3,2	13,2	701,2	
1915	7,8	3,0	13,2	680,2	
1916	8,3	4,0	13,6	675,2	
1917	7,2	2,5	12,4	608,0	
1918	8,2	3,6	13,1	569,6	
1919	7,1	2,6	11,9	601,8	
1920	8,5	3,2	13,6	569,4	

	Mittlere Temperatur °C	Mittleres Minimum °C	Mittleres Maximum °C	Niederschlag Summe mm	Sonnenscheindauer Summe Std.
1921	8,7	2,9	14,4	440,2	
1922	6,7	2,0	11,6	804,1	
1923	7,7	2,9	12,7	673,1	
1924	6,9	2,1	12,2	667,4	
1925	7,8	3,0	12,8	635,2	
1926	8,3	3,7	13,4	663,6	
1927	7,8	3,4	12,5	746,4	
1928	8,2	3,3	13,3	611,2	
1929	7,2	2,0	12,8	436,4	
1930	8,6	4,0	13,9	682,8	
1931	7,2	2,7	12,7	619,0	
1932	7,9	3,2	13,4	556,7	
1933	7,2	2,5	13,0	607,7	
1934	9,4	4,5	15,4	525,1	
1935	8,2	3,5	13,6	702,2	2015,0
1936	8,1	3,9	13,3	820,5	1697,0
1937	8,5	4,2	13,9	682,9	1737,0
1938	8,1	3,5	13,8	598,9	1760,0
1939	8,0	3,7	13,1	744,6	1544,0
1940	6,4	1,7	11,7	778,9	1578,0
1941	6,9	2,5	12,0	818,1	1514,0
1942	7,1	2,3	12,6	563,6	1742,0
1943	8,7	3,6	14,7	504,7	1821,0
1944	8,0	3,6	13,3	698,5	1392,0
1945	8,7	3,9	14,1	693,7	1626,0
1946	8,2	3,3	13,9	697,7	1721,0
1947	8,8	3,4	14,9	545,8	2024,0
1948	8,7	4,0	14,5	641,0	1844,0
1949	9,0	3,8	15,0	481,6	1927,0
1950	8,4	3,7	14,0	758,4	1913,0
1951	8,7	4,1	14,4	608,0	1804,0
1952	8,1	3,6	13,4	804,8	1572,0
1953	9,0	3,9	14,8	424,1	1930,0
1954	7,6	3,1	13,2	759,3	1741,0
1955	7,4	2,9	12,9	659,6	1468,1
1956	6,6	2,0	12,1	807,1	1450,5
1957	8,5	3,8	14,0	659,2	1597,4
1958	8,2	3,8	13,6	781,2	1530,9
1959	8,8	3,1	15,6	477,0	1939,4
1960	8,5	3,6	13,9	631,4	1491,5

	Mittlere Temperatur °C	Mittleres Minimum °C	Mittleres Maximum °C	Niederschlag Summe mm	Sonnenscheindauer Summe Std.
1961	8,5	3,9	14,4	625,5	1507,9
1962	6,8	1,8	12,6	488,1	1645,7
1963	6,7	1,6	12,6	568,5	1662,8
1964	7,8	2,8	13,5	415,8	1684,7
1965	7,2	3,1	12,7	914,3	1436,7
1966	8,4	4,1	13,7	856,5	1355,2
1967	8,5	3,8	14,2	584,0	1589,8
1968	7,8	3,5	13,2	714,1	1524,7
1969	7,5	2,9	13,1	574,4	1548,0
1970	7,5	3,4	12,5	704,9	1386,7
1971	7,9	3,1	13,9	613,3	1836,2
1972	7,3	3,0	13,0	636,5	1545,5
1973	7,7	3,0	13,4	530,5	1735,9
1974	8,6	4,3	13,9	732,7	1476,1
1975	8,7	4,3	14,0	516,4	1673,4
1976	8,5	3,4	14,0	447,5	1810,2
1977	8,6	4,3	13,7	688,0	1378,5
1978	7,6	3,4	12,6	618,7	1380,3
1979	7,8	3,2	13,2	635,0	1551,3
1980	7,5	3,2	12,5	652,4	1425,1
1981	8,0	3,6	13,1	803,1	1478,6
1982	8,5	3,7	14,1	532,2	1716,4
1983	8,7	3,9	14,3	585,5	1637,2
1984	7,7	3,4	12,8	676,9	1430,4
1985	7,0	2,1	12,8	517,7	1676,4
1986	7,9	3,3	13,3	707,0	1557,8
1987	7,3	3,1	12,5	714,2	1385,8
1988	9,1	4,7	14,2	725,1	1482,7
1989	9,0	4,3	14,7	576,8	1636,7
1990	9,0	4,3	14,8	663,3	1742,0
1991	8,0	2,9	13,8	435,5	1764,3
1992	9,1	4,6	14,5	667,0	1563,5
1993	8,6	3,8	14,1	620,8	1683,6
1994	10,0	5,2	15,4	615,1	1651,2
1995	8,8	4,1	13,8	784,1	1466,8
1996	7,3	2,4	12,3	671,2	1522,2
1997	8,7	3,4	14,2	599,6	1747,8
1998	8,9	3,8	14,2	735,7	1442,4
1999	9,3	4,3	14,5	679,3	1572,7
2000	9,7	4,5	15,0	598,8	1559,5

	Mittlere Temperatur °C	Mittleres Minimum °C	Mittleres Maximum °C	Niederschlag Summe mm	Sonnenscheindauer Summe Std.
2001	9,0	3,8	14,0	719,5	1535,0
2002	9,6	4,2	14,6	823,7	1607,6
2003	9,4	3,0	15,4	452,5	2072,4
2004	8,9	3,5	13,9	617,8	1697,2
2005	8,8	3,1	14,1	554,0	1792,4
2006	9,5	3,9	14,7	550,8	1851,2
2007	9,8	4,4	15,0	783,4	1806,4
2008	9,6	4,2	14,7	599,0	1562,7
2009	9,2	3,9	14,3	663,5	1604,8
2010	8,1	3,0	12,9	867,6	1474,4
2011	9,6	4,0	15,3	604,9	1834,9
2012	9,3	3,5	14,7	631,2	1714,9
2013	9,0	4,2	13,6	761,6	1383,5
2014	10,4	4,8	16,0	570,6	1580,6
2015	10,3	4,5	15,7	493,3	1717,5
2016	9,5	4,2	14,8	632,5	1574,2
2017	9,5	3,9	15,0	698,5	1591,3
2018	10,7	4,4	16,8	440,7	1982,5
2019	10,3	4,3	16,1	601,6	1818,6
2020	10,2	4,1	15,9	563,3	1811,9

Hinweis: Der komplette homogenisierte Datensatz kann vom epub-Server der Universität zusammen mit dieser Druckschrift geladen werden (s. Impressum)

Arbeitsergebnisse, Universität Bayreuth, Abt. Mikrometeorologie

Nr	Author(s)	Title	Year
01	Foken	Der Bayreuther Turbulenzknecht	01/1999
02	Foken	Methode zur Bestimmung der trockenen Deposition von Bor	02/1999
03	Liu	Error analysis of the modified Bowen ratio method	02/1999
04	Foken et al.	Nachfrostgefährdung des ÖBG	03/1999
05	Hierteis	Dokumentation des Experimentes Dlouhá Louka	03/1999
06	Mangold	Dokumentation des Experimentes am Standort Weidenbrunnen, Juli/August 1998	07/1999
07	Heinz et al.	Strukturanalyse der atmosphärischen Turbulenz mittels Wavelet-Verfahren zur Bestimmung von Austauschprozessen über dem antarktischen Schelfeis	07/1999
08	Foken	Comparison of the sonic anemometer Young Model 81000 during VOITEX-99	10/1999
09	Foken et al.	Lufthygienisch-bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales, Zwischenbericht 1999	11/1999
10	Sodemann	Stationsdatenbank zum BStMLU-Projekt Lufthygienisch-bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales	03/2000
11	Neuner	Dokumentation zur Erstellung der meteorologischen Eingabedaten für das Modell BE-KLIMA	10/2000
12	Foken et al.	Dokumentation des Experimentes VOITEX-99	10/2000
13	Bruckmeier et al.	Documentation of the experiment EBEX-2000, July 20 to August 24, 2000	01/2001
14	Foken et al.	Lufthygienisch-bioklimatische Kennzeichnung des oberen Egertales	02/2001
15	Göckede	Die Verwendung des Footprint-Modells nach Schmid (1997) zur stabilitätsabhängigen Bestimmung der Rauigkeitslänge	03/2001
16	Neuner	Berechnung der Evaporation im ÖBG (Universität Bayreuth) mit dem SVAT-Modell BE-KLIMA	05/2001
17	Sodemann	Dokumentation der Software zur Bearbeitung der FINTUREX-Daten	08/2002
18	Göckede et al.	Dokumentation des Experiments STINHO-1	08/2002
19	Göckede et al.	Dokumentation des Experiments STINHO-2	12/2002
20	Göckede et al.	Characterisation of a complex measuring site for flux measurements	12/2002
21	Liebenthal	Strahlungsmessgerätevergleich während des Experiments STINHO-1	01/2003
22	Mauder et al.	Dokumentation des Experiments EVA_GRIPS	03/2003
23	Mauder et al.	Dokumentation des Experimentes LITFASS-2003, Dokumentation des Experimentes GRASATEM-2003	12/2003
24	Thomas et al.	Documentation of the WALDATEM-2003 Experiment	05/2004

25	Göckede et al.	Qualitätsbegutachtung komplexer mikrometeorologischer Messstationen im Rahmen des VERTIKO-Projekts	11/2004
26	Mauder & Foken	Documentation and instruction manual of the eddy covariance software package TK2	12/2004
27	Herold et al.	The OP-2 open path infrared gas analyser for CO ₂ and H ₂ O	01/2005
28	Ruppert	ATEM software for atmospheric turbulent exchange measurements using eddy covariance and relaxed eddy accumulation systems and Bayreuth whole-air REA system setup	04/2005
29	Foken (Ed.)	Klimatologische und mikrometeorologische Forschungen im Rahmen des Bayreuther Institutes für Terrestrische Ökosystemforschung (BITÖK), 1989-2004	06/2005
30	Siebeke & Serafimovich	Ultraschallanemometer-Überprüfung im Windkanal der TU Dresden 2007	04/2007
31	Lüers & Bareiss	The Arctic Turbulence Experiment 2006 PART 1: Technical documentation of the ARCTEX 2006 campaign, May, 2nd to May, 20th 2006	07/2007
32	Lüers & Bareiss	The Arctic Turbulence Experiment 2006 PART 2: Visualization of near surface measurements during the ARCTEX 2006 campaign, May, 2nd to May, 20th 2006	07/2007
33	Bareiss & Lüers	The Arctic Turbulence Experiment 2006 PART 3: Aerological measurements during the ARCTEX 2006 campaign, May, 2nd to May, 20th 2006	07/2007
34	Metzger & Foken et al.	COPS experiment, Convective and orographically induced precipitation study, 01 June 2007 – 31 August 2007, Documentation	09/2007
35	Staudt & Foken	Documentation of reference data for the experimental areas of the Bayreuth Centre for Ecology and Environmental Research (BayCEER) at the Waldstein site	11/2007
36	Serafimovich et al.	ExchanGE processes in mountainous Regions (EGER) - Documentation of the Intensive Observation Period (IOP1), September, 6th to October, 7th 2007	01/2008
37	Serafimovich et al.	ExchanGE processes in mountainous Regions (EGER) - Documentation of the Intensive Observation Period (IOP2), June, 1st to July, 15th 2008	10/2008
38	Siebicke	Footprint synthesis for the FLUXNET site Waldstein/Weidenbrunnen (DE-Bay) during the EGER experiment.	12/2008
39	Lüers & Foken	Jahresbericht 2008 zum Förderprojekt 01879 - Untersuchung der Veränderung der Konzentration von Luftbeimengungen und Treibhausgasen im hohen Fichtelgebirge 2007 – 2013	01/2009
40	Lüers & Foken (Eds.)	Proceedings of the International Conference of "Atmospheric Transport and Chemistry in Forest Ecosystems" Castle of Thurnau, Germany, Oct 5 to Oct 8, 2009	10/2009
41	Biermann et al.	Mesoscale circulations and energy and gas exchange over the Tibetan Plateau – Documentation of the micrometeorological experiment, Nam Tso, Tibet , 25 June 2009 – 08 August 2009	12/2009
42	Foken & Falke	Documentation and Instruction Manual for the Krypton Hygrometer Calibration Instrument	01/2010
43	Lüers & Foken	Jahresbericht 2009 zum Förderprojekt 01879 - Untersuchung der Veränderung der Konzentration von Luftbeimengungen und Treibhausgasen im hohen Fichtelgebirge 2007 – 2013	07/2010
44	Biermann & Leibold (Ed.)	Tibet Plateau Atmosphere-Ecology-Glaciology Cluster Joint <i>Kobresia</i> Ecosystem Experiment: Documentation of the first Intensive Observation Period (IOP 1) summer 2010 in Kema, Tibet	01/2011

45	Zhao et al.	Complex TERRain and ECOlogical Heterogeneity (TERRECO) WP 1-02: Spatial assessment of atmosphere-ecosystem exchanges via micrometeorological measurements, footprint modeling and mesoscale simulations - Documentation of the Observation Period, May 12th to Nov. 8th, 2010, Haean, South Korea	03/2011
46	Mauder et al.	Documentation and Instruction Manual of the Eddy-Covariance Software Package TK3 2011	05/2011
47	Serafimovich et al.	ExchanGE processes in mountainous Regions (EGER)- Documentation of the Intensive Observation Period (IOP3) June, 13th to July, 26th 2011 2011	11/2011
48	Hübner et al.	Documentation and Instruction Manual for the Horizontal Mobile Measuring System (HMMS) 2011	12/2011
49	Lüers et al.	The Arctic Turbulence Experiment 2009: Long-term measurements of near-surface turbulent fluxes in the Arctic environment - Documentation of the additional laser Scintillometer measurement campaign 2009 at Bayvelva on Svalbard, August 2009	02/2012
50	Foken	Klimawanderweg auf der Landesgartenschau in Bamberg 2012	04/2012
51	Ruppert et al.	Whole-air relaxed eddy accumulation for the measurement of isotope and trace-gas fluxes	05/2012
52	Foken	Jahresbericht 2010-11 zum Förderprojekt 01879 -Untersuchung der Veränderung der Konzentration von Luftbeimengungen und Treibhausgasen im hohen Fichtelgebirge 2007 - 2013	12/2012
53	Gerken et al.	Documentation of the Atmospheric Boundary Layer Experiment, Nam Tso, Tibet, 08th of July - 08th of August 2012	03/2013
54	Biermann (Ed.)	Tibet Plateau Atmosphere-Ecology-Glaciology Cluster Joint Kobresia Ecosystem Experiment: Documentation of the 2nd Intensive Observation Period (IOP 2) summer 2012 in KEMA, Tibet	05/2013
55	Babel et al.	Documentation of the EVENT-HMMS Experiment 2012 - Microclimatological effects of rain-out shelters within EVENT II	06/2013
56	Lüers et al.	160 Jahre Bayreuther Klimazeitreihe - Homogenisierung der Bayreuther Lufttemperatur- und Niederschlagsdaten	06/2014
57	Foken	Bearbeitung der Bamberger Klimareihe 1879 – 2020	01/2021
58	Lüers et al.	Application of a multi-step error filter for post-processing atmospheric flux and meteorological basic data.	06/2014
59	Zhao et al.	GaFiR: a gap-filling package for ecosystem-atmosphere carbon dioxide flux and evapotranspiration data	06/2014
60	Foken et al.	Meteorologisches Instrumentenpraktikum an der Universität Bayreuth	08/2014
61	Foken, Lüers	Abschlussbericht zum Förderprojekt 01879 Untersuchung der Veränderung der Konzentration von Luftbeimengungen und Treibhausgasen im hohen Fichtelgebirge: 2007 – 2014	12/2014
62	Mauder, Foken	Documentation and Instruction Manual of the Eddy-Covariance Software Package TK3 (update)	07/2015
63	Pfister et al.	CADEX - Cold Air Drainage Experiment 2015 in the Ecological Botanical Gardens of the University of Bayreuth - Field Report	07/2015
64	Loos et al.	WOBLs - Wind Observation of the atmospheric Boundary Layer at the Schneeberg 2016 - Field Report	05/2017